



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Medicina Veterinaria**

**Escuela Profesional de Medicina Veterinaria**

**“Evaluación de lesiones histopatológicas en tejidos de  
concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) cultivadas  
en la bahía de Samanco, provincia de Santa,  
departamento Áncash”**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

**AUTOR**

Julio César LAVALLE SOTILLO

**ASESOR**

Nieves SANDOVAL CHAUPE

Lima, Perú

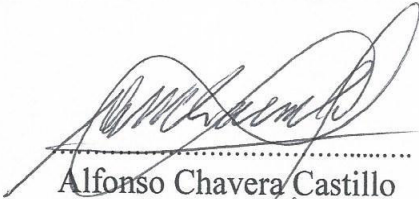
2018



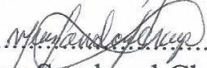
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
**Facultad de Medicina Veterinaria**  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo sustentado y aprobado ante el Jurado designado por la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria mediante Resolución Directoral N° 0282-EPMV/FMV-2018.

**PRESIDENTE:**

  
Alfonso Chavera Castillo

**MIEMBROS :**

  
Nieves Sandoval Chaupe  
Asesor de la Tesis

  
Miguel Ángel Vilca López

  
Fidel Francisco Suárez Aranda

San Borja, 31 de enero de 2019

V° B°

.....  
**Dra. Daphne Ramos Delgado**  
Directora  
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria



Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Universidad del Perú, Decana de América  
Facultad de Medicina Veterinaria  
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el Auditorio Principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día **miércoles 14 de noviembre de 2018**, a las **12:00** horas, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° 0235-EPMV/FMV-2018, integrado por los siguientes profesores:

|                                       |                       |
|---------------------------------------|-----------------------|
| MV.MSc. Alfonso Chavera Castillo      | Presidente del Jurado |
| MV. Mg. Nieves Sandoval Chaupe        | Asesor de la Tesis    |
| MV Mg. Miguel Ángel Vilca López       | Miembro del Jurado    |
| Dr. Mg. Fidel Francisco Suárez Aranda | Miembro del Jurado    |

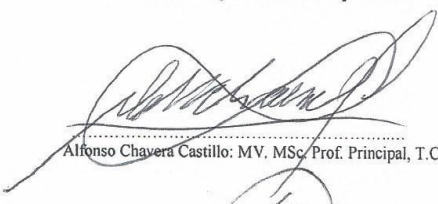
Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente del Jurado y bajo la dirección del mismo, el Bachiller Don: **LAVALLE SOTILLO, JULIO CÉSAR** para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:

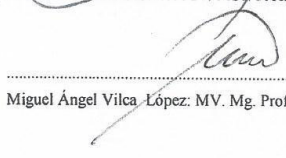
**“EVALUACIÓN DE LESIONES HISTOPATOLÓGICAS EN TEJIDOS DE CONCHA DE ABANICO (*Argopecten purpuratus*) CULTIVADAS EN LA BAHÍA DE SAMANCO, PROVINCIA DE SANTA, DEPARTAMENTO ANCASH”**

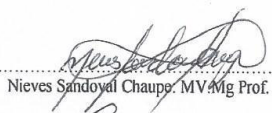
Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria de la Asesora de la Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de dieciocho (18).

Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **13:45 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:

  
Alfonso Chavera Castillo: MV. MSc. Prof. Principal, T.C.

  
Miguel Ángel Vilca López: MV. Mg. Prof. Asociado D.E

  
Nieves Sandoval Chaupe: MV. Mg. Prof. Principal D.E.

  
Fidel Francisco Suárez Aranda: Dr. Mg. Prof. Principal T.C

***Esta tesis se la dedico a:***

*A mi familia, por apoyarme, comprenderme  
y confiar en mí. Siempre me he sentido  
afortunado de que alienten esa libertad  
para ser yo y encontrar mi propio camino  
hacia la felicidad.*

*A mis amigos de la universidad, con  
quienes compartí momentos inolvidables;  
aprendiendo, compartiendo y conviviendo.  
Gracias por su apoyo incondicional.  
Especialmente para Carmen, Rosalyn,  
Pilar, Pancho y Renato, quienes de  
principio a fin me acompañaron a través de  
esta hermosa carrera.*

*A Nueve, por ser un gran compañero*

## AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, la Dra. Nieves Sandoval quien me guió con mucha paciencia y cariño durante todo este trabajo. Gracias por su confianza y vitales enseñanzas.

A mis compañeros del laboratorio de histopatología sección de ictiopatología de la FMV-UNMSM y del CEVDAA por todo su apoyo y tiempo con este trabajo, especialmente para Adhemir, que me ayudo a comprender y aprender muchísimo sobre las conchas de abanico y a Felipe por su constante interés por el proyecto.

A San Marcos y todos mis profesores en la FMV. Siempre estaré infinitamente agradecido por su compromiso por crear una educación de calidad.

A la Dra. Karim Lorhmann por sus enseñanzas que me ayudaron a comprender muchísimo mejor a esta interesante especie.

## ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| <b>RESUMEN</b>   | vi   |
| <b>ABSTRACT</b>  | vii  |
| <b>LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS</b>                    | viii |
| <b>ABREVIATURAS</b>  | xii  |
| <b>I-INTRODUCCIÓN</b>  | 1    |
| <b>II-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>                             | 3    |
| 2.1. Taxonomía   | 3    |
| 2.2. Aspectos biológicos                                     | 3    |
| 2.2.1. Hábitat   | 3    |
| 2.2.2. Características anatómicas                            | 4    |
| 2.2.3. Características fisiológicas                          | 6    |
| 2.2.4. Reproducción y ciclo de vida                          | 7    |
| 2.2.5. Inmunidad   | 8    |
| 2.3 Aspectos productivos                                     | 9    |
| 2.3.1. Distribución mundial y nacional                       | 9    |
| 2.3.2. Producción nacional                                   | 10   |
| 2.3.2.1 La bahía de Samanco                                  | 12   |
| 2.3.3. Problemática en la producción                         | 13   |
| 2.4. Aspectos sanitarios                                     | 14   |
| 2.4.1. Vigilancia sanitaria en moluscos bivalvos             | 15   |
| 2.4.2. Agentes que afectan la salud de los moluscos bivalvos | 16   |
| 2.4.2.1. Predadores  | 16   |
| 2.4.2.2. Hongos  | 17   |
| 2.4.2.3. Organismos tipo rickettsiales (RLOs)                | 17   |
| 2.4.2.4. Bacterias   | 18   |
| 2.4.2.5. Virus   | 19   |
| 2.4.2.6. Protozoarios  | 19   |
| 2.4.3. Agentes infecciosos que afectan moluscos bivalvos     |      |
| de reporte obligatorio ante la OIE                           | 20   |
| 2.4.5.1. Herpesvirus del abalón                              | 20   |
| 2.4.5.2. <i>Bonamia sp.</i>                                  | 20   |
| 2.4.5.2.1. <i>Bonamia exitiosa</i>                           | 21   |
| 2.4.5.2.2. <i>Bonamia oestræ</i>                             | 22   |
| 2.4.5.3. <i>Marteilia refringens</i>                         | 22   |

|  |    |
|--|----|
| 2.4.5.4. <i>Herpesvirus de los ostreidos microvariante 1</i> | 23 |
| 2.4.5.5. <i>Perkinsus sp.</i>                                | 23 |
| 2.4.5.5.1. <i>Perkinsus marinus</i>                          | 24 |
| 2.4.5.5.2. <i>Perkinsus olsenii</i>                          | 25 |
| 2.4.5.6. <i>Xenohalictis californiensis</i>                  | 25 |
| 2.4.4. Neoplasias  | 26 |
| 2.4.5. Estudios previos en la especie                        | 27 |
| <b>III-MATERIALES Y MÉTODOS</b>                              | 33 |
| 3.1. Diseño del estudio                                      | 33 |
| 3.2. Lugar de ejecución y periodo de duración                | 33 |
| 3.3. Selección y tamaño de muestra                           | 33 |
| 3.4. Materiales usados en la colección de tejidos            | 34 |
| 3.5. Materiales usados para el análisis histopatológico      | 34 |
| 3.6. Equipos   | 34 |
| 3.9. Procesamiento de la muestra                             | 35 |
| 3.10. Análisis de resultados                                 | 35 |
| 3.11. Análisis estadístico                                   | 36 |
| <b>IV-RESULTADOS</b>   | 37 |
| <b>V-DISCUSIÓN</b>   | 60 |
| <b>VI-CONCLUSIONES</b>                                       | 64 |
| <b>VII-LITERATURA CITADA</b>                                 | 64 |

## RESUMEN

La concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) es una de las principales especies marinas cultivadas en el país, representando grandes ingresos por su alto valor exportable. El presente estudio tiene como objetivo estudiar y analizar diferentes lesiones en tejidos de la concha de abanico, mediante observación microscópica, usando la tinción convencional de hematoxilina y eosina (HE) a objetivos de 4x, 10x, 40x y 100x. Se tomaron como muestras los tejidos de gónadas masculinas y femeninas, músculo aductor, branquias, manto, glándulas digestivas e intestino, de 35 especímenes provenientes de un cultivo de conchas de abanico en la bahía de Samanco, provincia de Santa, departamento de Ancash (Perú). De las muestras analizadas, se hallaron lesiones asociadas a procesos inflamatorios en diversos grados, tales como infiltración hemocítica (37.1% en branquia, 62.9% en glándula digestiva, 40% en intestino, 42.9% en músculo aductor, 60% en manto y 34.3% en gónada femenina) pérdida de citoarquitectura del tejido (54.3% en glándula digestiva, 14.3% en gónada femenina, 20% en manto, 20% en musculo aductor, 51.4% en intestino y 45.7% en branquia) y melanización del tejido (37.1% en branquia). Además, se lograron identificar morfológicamente colonias de organismos tipo rickettsiales (RLOs) en 15/35 muestras (42.9%). Los microorganismos hallados se analizaron mediante un software de lectura de imágenes microscópicas que permitió la medición de las estructuras en mención. Se concluye que hay lesiones en tejidos de concha de abanico, y estas responden a una respuesta inflamatoria sistémica, asociada a presencia de organismos identificados morfológicamente como RLOs, sin embargo, existen otros agentes o factores tales como virus, agentes bacterianos o la calidad del agua que pueden producir similares lesiones.

**Palabras clave:** Concha de abanico, *Argopecten purpuratus*, RLOs, Histopatología, moluscos bivalvos.



## ABSTRACT

Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) is one of Peru's main cultivated marine species. This scallop represents a great impact in the country's economy due to its high exportable value. In the present study, the goal was to analyze and study different histological lesions in Concha de abanico's tissues using conventional stains hematoxyline and eosine (HE) under microscope objective lenses 4x, 10x, 40x and 100x. Tissue samples of male and female gonads, gills, adductor muscle, mantle, digestive gland and intestine were taken from 35 animals of a culture center located in Samanco bay, Ancash (Peru). Most lesions found in the samples were associated with inflammatory response of the body in different intensities such as hemocyte infiltration (37.1% in gills, 62.9% in digestive gland, 40% in intestine, 42.9% in adductor muscle, 60% in mantle and 34.3% in female gonad), cytoarchitecture loss of tissue (54.3% in digestive gland, 14.3% in female gonad, 20% in mantle, 20% in adductor muscle, 51.4% in intestine and 45.7% in gills), and melanization of tissue (37.1% in gills). Furthermore, rickettsia like organisms (RLOs) were morphologically identified in 15/35 of samples (42.9%). Microorganisms found were analyzed with microscopic imaging software which unable microscopic measurements of the structures found. Microscopic lesions show a systemic inflammatory response from the scallop's body due to an external agent. This reaction is associated to the microorganisms morphologically identified as RLOs, but could also be related or associated to other factors or agents such as bacteria, virus or water quality.

**Key words:** Concha de abanico, scallops, *Argopecten purpuratus*, RLOs, histopathology, bivalve mollusk.

## LISTA DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Cuadro 1:</b> | <b>Principales especies producidas del subsector de acuicultura del periodo 2010 al 2015. Fuente: Ministerio de Producción, 2016. Pág. 11</b>   |
| <b>Cuadro 2:</b> | Principales regiones productoras de concha de abanico en el periodo 2010 al 2015. Fuente: Ministerio de Producción, 2016. Pág. 12.  |
| <b>Cuadro 3:</b> | Características de los agentes infecciosos que afectan moluscos bivalvos de reporte obligatorio a la OIE. Fuente: Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016. Pág. 26.                      |
| <b>Cuadro 4:</b> | Algunas publicaciones peruanas en torno a <i>Argopecten purpuratus</i> . Pág. 28.   |
| <b>Cuadro 5:</b> | Sistema de clasificación para lesiones histológicas. Fuente: Reimschuessel <i>et al.</i> , 1992. Pág. 36.   |
| <b>Figura 1:</b> | Anatomía de la concha de abanico <i>Argopecten purpuratus</i> . Von Brand, 2009. Pág. 5.  |
| <b>Figura 2:</b> | Anatomía del género <i>Argopecten</i> . Fuente: Leavitt <i>et al.</i> , 2010. Pág. 6.   |
| <b>Figura 3:</b> | Ubicación en el mapa de las principales bahías peruanas productoras de concha de abanico. Fuente: Mendo <i>et al.</i> , 2008. Pág. 10.  |
| <b>Figura 4:</b> | Tipología de sedimentos de la bahía de Samanco, Ancash. Fuente: Ministerio de Producción, 2009. Pág. 13.  |
| <b>Figura 5:</b> | Corte histológico de manto con Síndrome de retracción del manto. HE. Fuente: Campalans <i>et al.</i> , 2005. Pág. 30.   |
| <b>Figura 6:</b> | Estructuras redondeadas en glándula digestiva compatibles con organismos tipo rickettsiales en tejidos de <i>Argopecten purpuratus</i> . HE. Fuente: Campalans <i>et al.</i> , 2010. Pág. 32. |
| <b>Figura 7:</b> | Gónada masculina. Disgregación moderada del tejido gonadal masculino. 100x HE. Pág. 38.   |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Figura 8:</b>  | Gónada masculina. Disgregación escasa del tejido gonadal masculino. 400x HE. Pág. 39.  |
| <b>Figura 9:</b>  | Gónada masculina. Escasa presencia (una microcolonia) de estructura compatible con RLO. 400x HE. Pág. 40.  |
| <b>Figura 10:</b> | Gónada femenina. Leve presencia de oocitos atrésicos. 100x HE. Pág.41.   |
| <b>Figura 11:</b> | Músculo aductor. Leve presencia de hemocitos infiltrándose en las fibras musculares. 400x HE. Pág. 42.   |
| <b>Figura 12:</b> | Manto. Leve Infiltrado hemocítico disgregando el tejido conectivo del manto. 400x HE. Pág. 44.   |
| <b>Figura 13:</b> | Manto. Leve pérdida de la citoarquitectura del epitelio del manto. 100x HE. Pág. 45.   |
| <b>Figura 14:</b> | Branquia. Leve presencia de hemocitos con pigmentación parda y moderada presencia de hemocitos al interior del seno hematolinfático y alrededor de las branquias las cuales han perdido su epitelio. 400x HE. Pág. 47. |
| <b>Figura 15:</b> | Branquia. Moderada pigmentación parda del epitelio de las lamelas, escasa perdida de epitelio de la lamela y moderada presencia de hemocitos en branquias. 400x HE. Pág. 48.   |
| <b>Figura 16:</b> | Branquia. Severa pérdida del epitelio de la branquia. Moderada pérdida de la citoarquitectura de la lamela. Escasa presencia de RLO en branquia. 400x HE. Pág. 48.   |
| <b>Figura 17:</b> | Glándula digestiva. Escasa presencia de estructuras poliédricas ligeramente redondeadas basófilas con presencia de gránulos basófilos y acidófilos compatibles con RLOs. 400x HE. Pág.50.                              |
| <b>Figura 18:</b> | Glándula digestiva. Escasa presencia de estructuras poliédricas ligeramente redondeadas basófilas con presencia de gránulos basófilos y acidófilos compatibles con RLOs. 1000x HE. Pág. 51.                            |

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Figura 19:</b> | Glándula digestiva. Infiltrado hemocítico focalizado en glándula digestiva. 400x HE. Pág. 51.  |
| <b>Figura 20:</b> | Glándula digestiva. Leve presencia de células redondeadas con gran vacuola que ocupa gran parte del citoplasma y desplaza al núcleo a la periferia dentro de túbulo digestivo. 400x HE. Pág. 52. |
| <b>Figura 21:</b> | Intestino. Moderada necrosis del epitelio intestinal con moderada infiltración hemocitaria. 400x HE. Pág. 54.  |
| <b>Figura 22:</b> | Intestino asociado a glándula digestiva. Grandes vacuolas a nivel apical de las células cilíndricas de los túbulos primarios del intestino. 1000x HE. Pág. 55.                                   |
| <b>Figura 23:</b> | Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de estructuras compatibles con Organismos tipo Rickettsiales. 400x HE. Pág. 57.  |
| <b>Figura 24:</b> | Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de estructuras compatibles con Organismos tipo Rickettsiales. 1000x HE. Pág. 58.   |
| <b>Figura 25:</b> | Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de células con gran vacuola. 400x HE. Pág. 59.   |
| <b>Figura 26:</b> | Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de células con gran vacuola. 1000x HE. Pág. 59.  |
| <b>Tabla 1:</b>   | Lesiones histológicas halladas en gónada masculina. Pág. 40.   |
| <b>Tabla 2:</b>   | Lesiones histológicas halladas en gónada femenina. Pág. 42.  |
| <b>Tabla 3:</b>   | Lesiones histológicas halladas en músculo aductor. Pág. 43.  |
| <b>Tabla 4:</b>   | Lesiones histológicas halladas en manto. Pág. 46.  |
| <b>Tabla 5:</b>   | Lesiones histológicas halladas en branquia Pág. 49.  |

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Tabla 6:</b>  | Lesiones histológicas halladas en glándula digestiva. Pág. 53.                       |
| <b>Tabla 7:</b>  | Lesiones histológicas halladas en glándula digestiva. Pág. 56.                       |
| <b>Tabla 8:</b>  | Microrganismos detectados morfológicamente en las muestras procesadas. Pág. 56.      |
| <b>Tabla 9:</b>  | Ubicaciones de los microrganismos identificados como RLOs. Pág. 57.                  |
| <b>Tabla 10:</b> | Ubicaciones de las estructuras identificadas como células con gran vacuola. Pág. 58. |

## ABREVIATURAS

CESABAIC: Comité estatal de sanidad acuícola e inocuidad de Baja California

E: Este

FIP: Fondo de investigación pesquero y acuícola

GVA: Ganglioneuritis viral del abulón

HE: Tinción de hematoxilina y eosina

N: Norte

O: Oeste

OIE: Organización mundial de sanidad animal

PCR: Reacción en cadena de la polimerasa

PRODUCE: Ministerio de producción

RLO(s): Organismos tipo rickettsiales

SE: Sureste

S: Sur

VAR: Relacionado a *Vibrium anguillarum*

## I. INTRODUCCIÓN

Se le define a la maricultura de moluscos bivalvos como una serie de actividades tecnológicas cuyo objetivo final es el cultivo o crianza de bivalvos; esta se realiza en ambientes hídricos naturales o artificiales abarcando su ciclo biológico completo o parcial (Cavero y Rodríguez, 2008).

En el Perú, la maricultura de conchas de abanico ha reportado ser de las actividades más productivas del país en el subsector acuicultura, generando grandes ingresos y ocupando el primer o segundo lugar entre las principales especies cosechadas procedente de la acuicultura. En el 2010, fue un 65.27% de la producción acuícola y un 56.63% en el 2011; manteniéndose a lo largo del 2012, 2013 y 2014 representando un 34.28%, 54% y 47.8% de la producción acuícola respectivamente, y siendo solo un 25.31% en el 2015 (Ministerio de producción, 2016).

Como todo sistema productivo, la maricultura de conchas de abanico enfrenta desafíos de importancia tanto para la supervivencia de los cultivos como para la eficiencia en su producción. Uno de los principales retos a los que se enfrenta esta actividad, y quizás el más crucial en cuanto a sanidad animal, es la prevención y el control de las enfermedades.

Tanto los cultivos extensivos como los intensivos enfrentan el riesgo de contraer enfermedades; sin embargo, los sistemas intensivos son los más predispuestos, debido a la densidad de animales que maneja, el estrés que deviene del mayor número poblacional y la introducción de nuevos especímenes al plantel. Estos eventos de estrés facilitan la proliferación de agentes patógenos que afectan la salud de los animales, reducen su crecimiento y disminuyen la población. Es por esto que la sanidad en explotaciones de bivalvos cobra una importancia crucial para el bienestar de los especímenes y la eficacia en la rentabilidad económica del sistema productivo.

Es importante, entonces, la identificación y estudio del desarrollo de las enfermedades que afectan estos moluscos bivalvos, así como la implementación de métodos diagnóstico eficaces que nos permitan monitorear la población y ser oportuno con el control de enfermedades. El examen histopatológico resulta muy útil en este ámbito ya que permite evaluar el estado de salud del animal mediante la identificación microscópica de lesiones en tejidos de los especímenes e incluso permite identificar algunos agentes biológicos.

Además, esta técnica diagnóstica es recomendada para el monitoreo de las enfermedades de reporte obligatorio -en su mayoría causada por protozoarios- que afectan a los moluscos bivalvos según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) en su manual acuático.

En Perú, aun no existen trabajos publicados que identifiquen los agentes biológicos que afectan a las conchas de abanico, por lo que se hace necesario el muestreo y evaluación de las poblaciones para poder identificar las lesiones histopatológicas y posibles agentes patógenos que podrían estar afectando la producción nacional de esta especie. Mediante estudios de esta índole, se podrá tener mejores medidas de control para la prevención de enfermedades en el país, contribuir con el monitoreo de enfermedades de importancia internacional tales como las causadas por protozoarios, y optimizar la rentabilidad de las explotaciones nacionales.



## II-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. TAXONOMÍA

Phylum: Mollusca.

Clase: Bivalva.

Subclase: Pteriomorphia.

Superorden: Eupteriomorphia.

Orden: Anisomyaria.

Suborden: Pectinina.

Superfamilia: Pectinacea.

Familia: Pectinidae.

Género: *Argopecten*.

Especie: *Argopecten purpuratus*

Nombres comunes: Concha de abanico, almeja voladora, pentoncle, ostión negro, ostión del norte o scallops. (Kanagusuku, 2009).

### 2.2. ASPECTOS BIOLÓGICOS

#### 2.2.1. Hábitat

Las conchas de abanico habitan en la franja infralitoral, ocupando sustratos de conchuela y algas, sustratos arenosos o areno fangosos; llegan a una profundidad de cuarenta metros (Cavero y Rodríguez, 2008).

Estas viven normalmente en zonas protegidas del oleaje a temperatura entre 13° a 20°C, soportando extremos de 7° hasta los 28°C. Los especímenes requieren de agua bien oxigenada, con una salinidad optima de 35 partes por mil (Bermudez *et al.*, 2007).

Los estados larvarios del género *Argopecten* prefieren las camas de algas que le proveen de un ambiente seguro y protegido ya que les proporcionan sustrato, ofrecen resistencia al oleaje y marea, además de proveerles un lugar para poder anclarse y congregarse (Leavitt *et al.*, 2010).

### 2.2.2 Características anatómicas

La especie *Argopecten purpuratus*, presenta una concha grande, sólida, circular, moderadamente convexa, más larga que alta. Tiene una concha equivalva, simétrica y pleurotética siendo la valva izquierda algo más abombada que la derecha y equilateral. Sus orejas son casi iguales, teniendo que las anteriores miden poco más que las posteriores. En las orejas posteriores, ambas valvas tienen de seis a nueve costillas, una escotadura bisal profunda y amplia, además de un ctenolium formado por cuatro a cinco dientes. Los umbos tienen un contorno circular y son ortógiros (Castañeda *et al.*, 2008).

En la parte exterior de la concha se puede visualizar colores rosados a púrpura oscuro, incluyendo al color naranja (Bermudez *et al.*, 2007). Al interior de las conchas se aprecia un color blanco reluciente, presentándose variaciones con algunas bandas concéntricas de colores. En el exterior, se aprecia el disco ornamentado por 23 a 29 costillas radiales, lisas, anchas y almenadas, estas se hacen más planas hacia el margen ventral. Por lo general, la valva izquierda posee una costilla más que la derecha. Los surcos intercostales albergan a las lamelas, sin embargo, la valva izquierda tiene las lamelas sobre las costillas. Posee estrías bien marcadas que denotan la interrupción del crecimiento concéntrico. En la zona interna de la concha se observa una ornamentación formada por placas, ellas se recorren desde el borde hasta el punto superior de la concha a nivel de la impresión del músculo abductor. Es monomiaria, es decir posee un solo músculo aductor, con la impresión del músculo poco acusada e integropaleada -impresión paleal continua, convexa y simétrica (Castañeda *et al.*, 2008).

Existen tres capas que conforman las valvas: Una, la más externa y más delgada, se denomina el periostraco; segundo, está la valva propiamente dicha, conformada por carbonato de calcio; y, por último, una lámina de nácar en la zona más interior. Las valvas se cierran ajustadamente mediante el músculo aductor, ubicado al interior de la concha del molusco y compuesto por una zona de músculo estriado y otra de músculo liso (Kanagusuku, 2009).

Todos los órganos son rodeados por un saco llamado manto que es responsable de varias funciones importantes: el crecimiento, engrosamiento y síntesis de las valvas; actividad táctil y quimiosensorial mediante unas proyecciones llamadas tentáculos y unos ojos primitivos llamados ocelos; y, por último, de locomoción mediante una capa

muscular que sella la concha y, estando cerrada, deja escapar agua para propulsar al animal, permitiéndole así nadar (Leavitt *et al.*, 2010).

El tracto gastrointestinal está compuesto por una boca con palpos ramificados a su alrededor, un esófago de corta longitud, glándula digestiva o hepatopáncreas, intestino y ano. Todos estos órganos se ubican en la parte posterior al músculo aductor, tal como se muestra en la figura 2 (Kanagusuku, 2009).

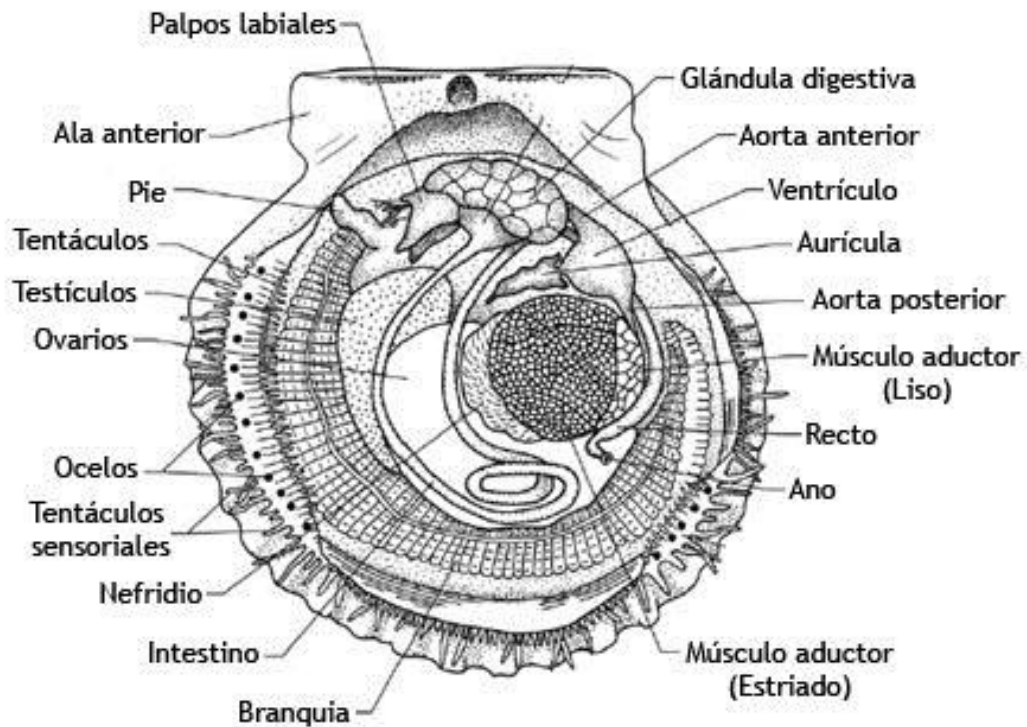
Su sistema reproductivo consiste en gónadas femeninas y masculinas (esta especie es hermafrodita). Estas se ubican en la parte anterior del músculo en un mismo saco y se diferencian en color, siendo la parte femenina de color anaranjada y la masculina de color blanco como muestra la figura 1 (Bermudez *et al.*, 2007).

Su aparato respiratorio consiste en un par de branquias ubicadas en la base del manto (Kanagusuku, 2009).

**Figura 1.** Anatomía de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*. Músculo aductor (MA), branquias (b), manto (m), ovario (o) y testículo (t). Fuente: Von Brand, 2009.



**Figura 2.** Anatomía del género *Argopecten*. Fuente: Leavitt *et al.*, 2010.



### 2.2.3. Características fisiológicas

La concha de abanico, como otros moluscos bivalvos, utiliza el método de filtrado para obtener del agua circundante, tanto oxígeno para su respiración como células fitoplanctónicas del medio para alimentarse (Balducci y Mendo, 2011).

La respiración depende del flujo directo del agua de mar que es direccionado, a través de los cilios del manto y branquias, hacia estas últimas en una trayectoria específica. Esta va desde una región no localizada que se encarga de la inhalación hacia una zona localizada que exhala. Dada la ausencia de un sifón que permita la exhalación, la eficiencia de la respiración y alimentación es susceptible a las características del flujo del agua (Leavitt *et al.*, 2010).

Los bivalvos filtradores se alimentan removiendo el material particulado que se encuentra suspendido en el agua; el cual, además de fitoplancton, incluye partículas

inertes que componen el detritus, pudiendo ser, este último, de origen orgánico o inorgánico (Navarro, 2001). La ingesta del alimento se da mediante un movimiento sincronizado mediado por los cilios que llevan las partículas de alimento hacia la superficie de la branquia. Las partículas son filtradas y transportadas mediante la acción combinada de cilios finamente espaciados y moco. Las partículas son dirigidas hacia la boca y se digieren en el tubo digestivo, las que no son alimento son expulsadas como pseudoheces al exterior (Leavitt *et al.*, 2010).

Entre las especies consumidas, encontramos a diferentes especies de diatomeas, que son microalgas pardas, tales como, *Isochrysis sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Skeletonema sp.*, *Navicula sp.*, *Nitzschia sp.*, *Thalassiosira sp.*, *Melosira sp.*, *Cyclotella sp.*, entre otras (Kanagusuku, 2009).

#### **2.2.4. Reproducción y ciclo de vida**

Las conchas de abanico son hermafroditas funcionales, es decir poseen ambos gametos, con la capacidad de desovar total o parcialmente durante todo el año. Puede adquirir su madurez sexual cuando están cumpliendo de 10 a 12 meses, con tallas de 65 mm y lograr en su primer desove de 1 a 10 millones de óvulos. A los dos años, pueden estar llegando a tallas entre 120 a 140 mm y estar liberando de 10 a 40 millones de óvulos por desove. Durante el desove se expulsa primero el esperma seguido de los óvulos (Bermudez *et al.*, 2007). Si bien la especie es hermafrodita, esta procura evitar la autofertilización eliminando los gametos masculinos y femeninos en diferentes momentos, ya que los gametos autofertilizados tienen menores índices de supervivencia o incluso no llegan a sobrevivir (Leavitt *et al.*, 2010). Los picos de desove se ven generalmente en otoño y acabando el verano (Marín *et al.*, 2012).

El ciclo biológico comprende cuatro fases: huevo, larva, juvenil y adulto. La fase larval es planctónica y presenta tres estadios: trocófera (larva ciliada con flagelo), veliger (con velo y órgano ciliado nadador) y preveliger la cual segrega la disconcha y posee un pie que le permite adherirse al sustrato y formar bancos. La supervivencia de todos estos estadios dependerá tanto de factores externos como de internos. Las etapas larvales son especialmente sensibles, tanto así, que los estímulos cambiantes y bruscos, tanto de los

parámetros fisicoquímicos o biológicos, puede llevarlos a fallecer (Bermudez *et al.*, 2007).

### **2.2.5. Inmunidad**

Los hemocitos, presentes en la hemolinfa, son los más importantes agentes inmunológicos en los moluscos bivalvos. Estos actúan como parte del mecanismo de defensa innata, digestión, proceso de reparación de tejidos, transporte y excreción (Gonzales y Arenas, 2002). Estas células fagocitan microorganismos invasores, participan de la cascada de inflamación, reparación de lesiones y se les ve acumulados en tejidos afectados por microorganismos tóxicos (Escobedo-Lozano *et al.*, 2012).

Los hemocitos son clasificados según criterios morfológicos como granulocitos y hialinocitos. Los primeros son células con un tamaño de  $12.5 \pm 0.35 \mu\text{m}$ , caracterizadas por poseer un núcleo, muchas vacuolas y pocos gránulos citoplasmáticos a nivel de la zona endoplásmica; y con la capacidad de originar pseudópodos a partir de su zona ectoplásmica sin gránulos. Este tipo de hemocitos pueden cambiar de una forma redondeada a una ameboide, al adherirse a un sustrato. La forma del núcleo es, por lo general, irregular u ovoide, ubicándose, mayormente, en posición excéntrica. Por otro lado, los hialinocitos cuentan con un tamaño de  $7.2 \pm 0.26 \mu\text{m}$ , núcleo esférico de posición central, gran tamaño, y citoplasma con algunos gránulos refringentes. Estas células no presentan proyecciones (Gonzales y Arenas, 2002).

La síntesis de melanina es también parte de la defensa en contra de patógenos, eliminándolos y actuando como parte de la cadena de reacciones de defensa que involucran la fenoloxidasa (Escobedo-Lozano *et al.*, 2012).

El moco es otro mecanismo de defensa para esta especie. Los mucocitos se presentan en las superficies de los tejidos que se encargan de la ingestión y transporte de partículas participando como primera línea de defensa en contra de agentes patógenos. Por lo general las células tóxicas pueden ser ingeridas pero no digeridas, pasan por el sistema digestivo intactas y salen en las heces o pseudoheces (Escobedo-Lozano *et al.*, 2012).

Un estudio en conchas de abanico hecho por Gonzales y Arenas en el 2002 en México, reveló que existen cambios estacionales en el número de hemocitos entre las estaciones de otoño e invierno, así como también debido a la presencia de parásitos.

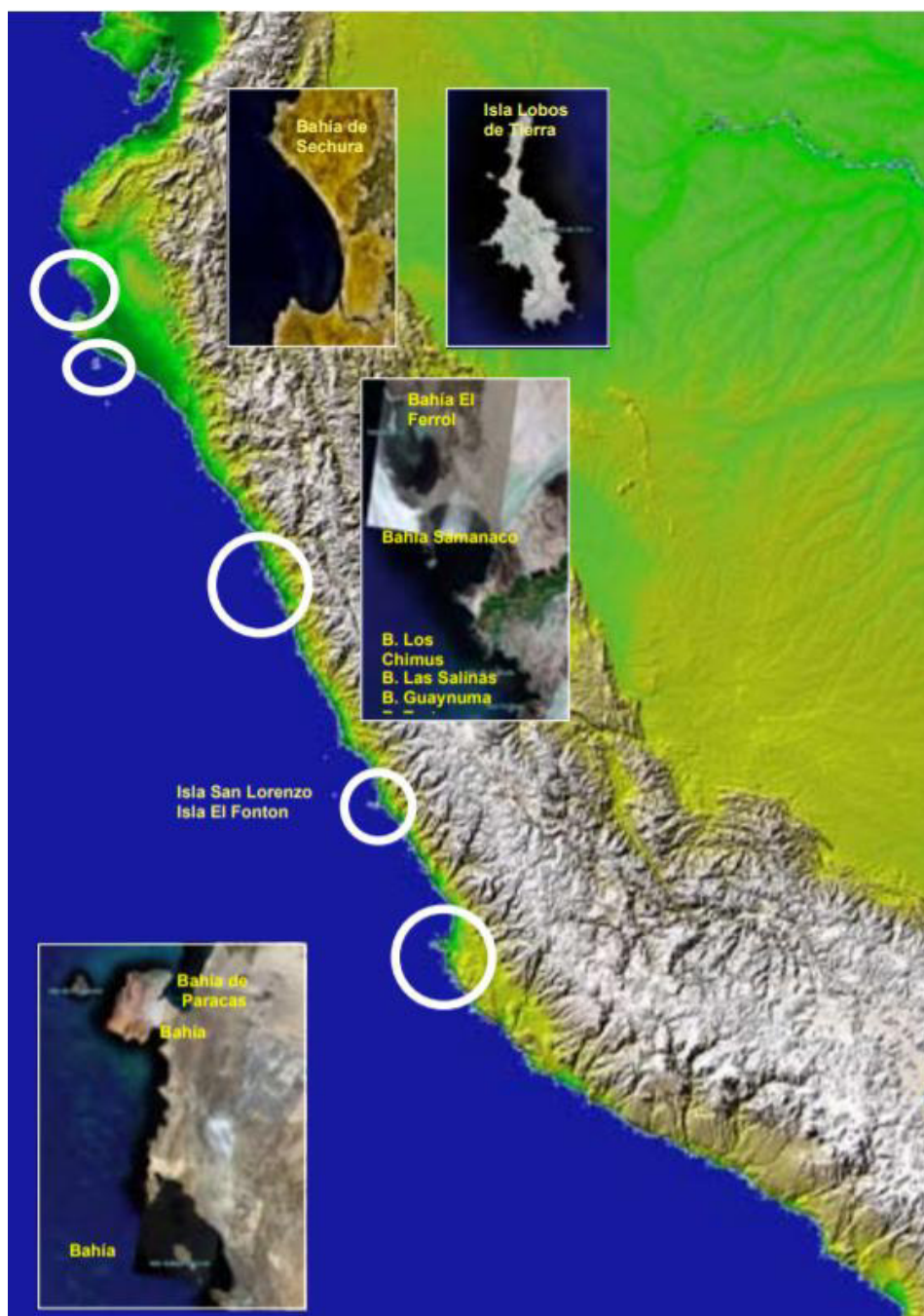
## **2.3 ASPECTOS PRODUCTIVOS**

### **2.3.1. Distribución mundial y nacional**

Avendaño y Cantillán en el 2008 indica que *Argopecten purpuratus* se encuentra distribuido a través de las costas océano Pacífico en Perú y el norte de Chile, entre Paita (5° S, 81° O) y Valparaíso (33° S, 71° O). Algunos bancos han sido localizados incluso más al sur en la bahía de San Vicente. Sin embargo, hay estudios que indican diferente distribución geográfica de esta especie; Jorquera *et al.*, indicaron en el 2001 que la distribución de esta especie es desde Panamá (10° N) hasta Valparaíso en Chile, Cavero y Rodríguez en el 2008 consignan que la distribución es desde Paita en Perú hasta Coquimbo, Chile. Otros autores como Bermúdez *et al.*, en el 2007, ubican a la especie tan al norte como en las costas de Nicaragua.

Los principales bancos de las costas sudamericanas se encuentran, en Perú, en Lobos de Tierra y la bahía de Sechura en Piura; el Dorado y bahía de los Chimús en Chimbote; bahía de Guaynuma en Casma; bahía de Samanco en Santa; y bahía de Independencia y Paracas en Pisco (Kanagusuku, 2009) ubicados en la figura 3; así como en Chile, en la bahía de La Rinconada, de Mejillones del Sur y de Tongoy (Avendaño y Cantillán, 2008).

**Figura 3.** Ubicación en el mapa de las principales bahías peruanas productoras de concha de abanico. Fuente: Mendo *et al.*, 2008.



### 2.3.2. Producción nacional

La concha de abanico en el Perú, se ha convertido en una de las especies derivadas de la acuicultura más importante para la exportación, con grandes volúmenes de producto que ha venido fluctuando desde sus inicios en los ochenta (Mendo *et al.*, 2008).



Antes de los ochenta, la producción era poco mayor de 5,000 toneladas en desembarques, sin embargo, hacia 1985, esta se incrementa hasta más de 48,000 toneladas. A este surgimiento se le conoció como el primer «boom de concha de abanico» en el Perú, y se debió a un efecto combinado del incremento en la población de *Argopecten purpuratus* en la zona de Pisco y a una demanda amentada por parte del mercado internacional a partir de mediados de 1983. Desde 1987 hasta 1997 los desembarques disminuyeron dramáticamente a valores similares a los de antes de los ochenta, hasta que en 1998 vuelven a incrementar hasta 30,000 toneladas debido a un fenómeno de “El Niño” tan intenso como en 1982. A partir del 2001, las exportaciones han ido en aumento desde casi 1,000 toneladas hasta cerca de 13,000 toneladas de concha de abanico en el año 2006 (Mendo *et al.*, 2008). En los últimos años el Perú ha pasado de una producción de 11,066 toneladas de *Argopecten purpuratus* en 2005 a 58,100 toneladas en 2010 (Loayza y Tresierra, 2014). Desde el 2010 hasta el 2014, la concha de abanico ha sido la especie con mayor producción proveniente de la acuicultura como se muestra en el cuadro 1. Esta fue superada en el 2015 por la producción de trucha que ha ido en aumento en los últimos 6 años tal como se puede apreciar en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Principales especies producidas del subsector de acuicultura del periodo 2010 al 2015. Fuente: Ministerio de Producción, 2016.

| Principales especies cosechadas | 2010                    | 2011                    | 2012                    | 2013                 | 2014                    | 2015                    |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Concha de abanico</b>        | 58100<br>TM<br>(65.27%) | 52212<br>TM<br>(56.63%) | 24781<br>TM<br>(34.28%) | 67694<br>TM<br>(54%) | 55096<br>TM<br>(47.8%)  | 23028<br>TM<br>(25.31%) |
| <b>Trucha</b>                   | 14250<br>TM<br>(16.01%) | 19962<br>TM<br>(21.65%) | 24762<br>TM<br>(34.25%) | 34992<br>TM<br>(28%) | 32923<br>TM<br>(28.56%) | 40946<br>TM<br>(45.01%) |
| <b>Langostino</b>               | 13597<br>TM<br>(15.27%) | 16379<br>TM<br>(17.76%) | 17800<br>TM<br>(24.62%) | 17883<br>TM<br>(14%) | 21483<br>TM<br>(18.64%) | 22183<br>TM<br>(24.38%) |

La bahía de Sechura en Piura, zona donde se realiza un cultivo de fondo de concha de abanico, es una de las principales zonas de producción para exportación. Esta región ha crecido significativamente en los últimos años por las exportaciones, llegando a representar hasta un 82% de la producción de esta especie a nivel nacional. Sin embargo, se ha realizado una siembra masiva desprovista de un verdadero sustento técnico lo que puede tener consecuencias sobre la sostenibilidad de esta actividad (Mendo *et al.*, 2008). El departamento de Ancash ha mantenido una producción constante que fluctúa entre de 10 mil y 12 mil toneladas de producto en los últimos años, siendo la segunda región con mayor producción de la especie, casi igualando a la producción de Piura en el 2015 debido a una baja en la producción en este último departamento como muestra el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Principales regiones productoras de concha de abanico en el periodo 2010 al 2015. Fuente: Ministerio de Producción, 2016.

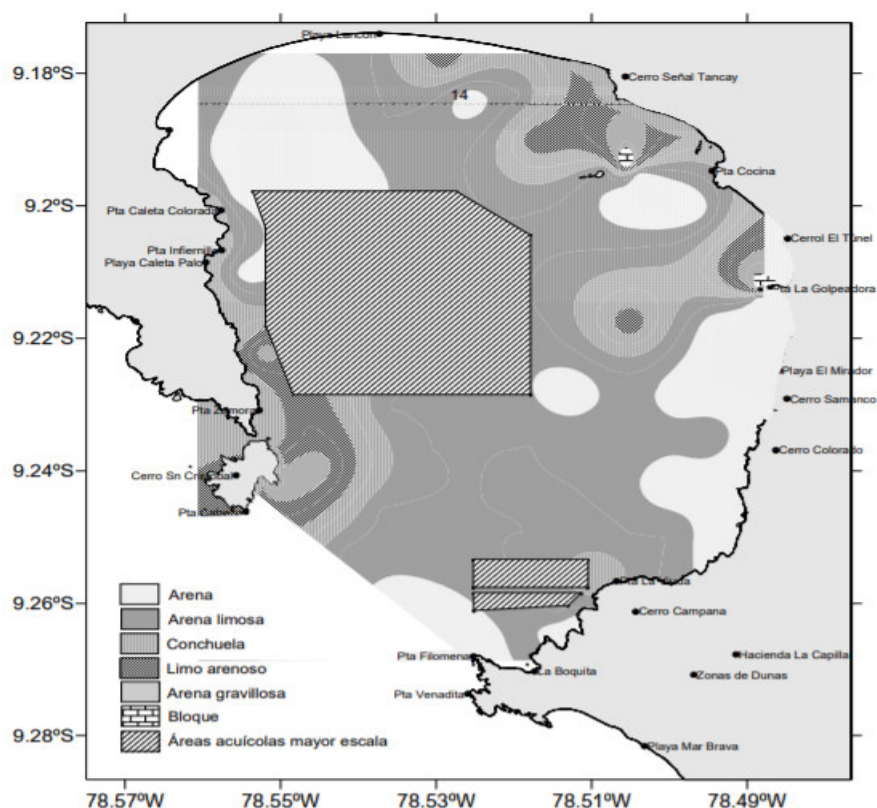
| Producción de<br>concha de<br>abanico por<br>departamento | 2010                 | 2011                 | 2012                 | 2013                 | 2014                | 2015                 |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| <b>Ancash</b>   | 12555 TM<br>(21.6%)  | 11031 TM<br>(21.13%) | 8626 TM<br>(34.8%)   | 11001 TM<br>(16.25%) | 11902 TM<br>(21.6%) | 10833 TM<br>(47.04%) |
| <b>Ica</b>  | 963 TM<br>(1.65%)    | 142 TM<br>(0.27%)    | 215 TM<br>(0.87%)    | 487 TM<br>(0.72%)    | 386 TM<br>(0.7%)    | 303 TM<br>(1.32%)    |
| <b>Piura</b>  | 44581 TM<br>(76.73%) | 41038 TM<br>(78.6%)  | 15940 TM<br>(64.32%) | 56206 TM<br>(83.03%) | 42807 TM<br>(77.7%) | 11891 TM<br>(51.64%) |

### 2.3.2.1. Bahía de Samanco

La Bahía de Samanco es una bahía cerrada compuesta de playas acantiladas y arenosas. Ubicado a 09° 12,2´S., 78° 32,0´ O. entre el cabezo de la isla Redonda y la punta Filomena por el sureste (SE) y se abre mediante un canal de unas 2 millas de ancho dando lugar a la bahía que tiene 6 millas de largo por 3 y media de ancho. Esta es un área de alta productividad con características del fondo marino de arena limosa, limo arcillosa y limo distribuidas como se muestra en la figura 4; las cuales favorecen el asentamiento y crecimiento de la concha de abanico (Tenorio, 2016).

La Bahía de Samanco es el segundo punto de producción de concha de abanico más importante en la región Santa. Los principales parches de extracción de *Argopecten purpuratus* se ubican en Punta Zamora, la Pampa del Dorado, Boquita de Samanco y áreas de influencia. Las características orográficas propias de esta bahía le otorgan un ambiente favorable para el desarrollo de la maricultura, ya que mantiene valores elevados de temperaturas superficiales y salinidad del mar, a través del tiempo (Tenorio, 2016).

**Figura 4:** Tipología de sedimentos de la bahía de Samanco, Ancash. Fuente: Ministerio de Producción, 2009.



### 2.3.3. Problemática en la producción

Existen factores que han contribuido a los problemas de producción de este bivalvo como la sobreexplotación de los bancos, las condiciones ambientales y el limitado desarrollo de tecnología eficiente para la producción de semilla (Jorquera *et al.*, 2001). El abastecimiento de semillas no supera el 10% del total de semilla utilizada (Avendaño y Cantillán, 2008)

Sumado a esto, se sabe que no se cuenta con un sistema o plan de ordenamiento de la extracción de especímenes que considere la explotación racional de los bancos y la preservación de la especie. Existen solo unas pocas normas estipuladas, y estas se limitan a consignar una talla mínima de 65 mm de altura y al establecimiento de vedas; sin embargo, no hay aún un sistema de vigilancia y control estricto que permita que estas normas se apliquen de manera efectiva (Mendo *et al.*, 2008).

En cuanto a la cosecha de moluscos bivalvos, se tiene que tener en cuenta que el objetivo debe ser tener una actividad productiva sostenible, competitiva y globalizada, para lo que se hace necesario contar con las siguientes acciones de cooperación internacional: líneas de investigación y desarrollo tecnológico para el cultivo de moluscos bivalvos; estándares de cultivo para la sustentabilidad ambiental de los cultivos; y líneas de acción para la seguridad alimentaria (Cavero y Rodríguez, 2008).

## **2.4. ASPECTOS SANITARIOS**

Los cultivos de moluscos bivalvos se ven afectados en su salud y producción por diferentes factores ambientales tanto de carácter biótico como abiótico. Entre los factores abióticos más importantes tenemos: la salinidad, la temperatura, el oxígeno, y las sustancias nitrogenadas como amoníaco y amonio. Por otra parte, están los factores bióticos entre los cuales encontramos a los predadores, hongos, bacterias, protozoarios y los parásitos (Kanagusuku, 2009).

La mayor causa de dispersión de patógenos en los cultivos de moluscos bivalvos es el movimiento de stocks, tanto de semilla para cría como de introducción de nuevas especies (Figueras y Novoa, 2011).

Lamentablemente, la información es muy limitada en cuanto al aspecto sanitario de las conchas de abanico debido a que no se ha producido información científica al respecto en la zona, e incluso la información científica disponible sobre los agentes patógenos de moluscos bivalvos en general, se refiere a especies más cosmopolitas o nativas de países desarrollados. Estados Unidos lidera por mucho los reportes de agentes infecciosos listados por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), y no debido a una situación de distribución zoogeográfica natural de los parásitos, sino que es por el hecho

de que no se han llevado a cabo estudios de esta índole en Latinoamérica (Cáceres y Vásquez, 2008).

Según lo investigado por Cáceres y Vásquez (2008), la producción mundial de moluscos ha sido mellada por una diversidad de enfermedades, lo cual ha tenido un importante impacto económico y socioeconómico en muchos países, ya que restringe la producción, el avance de la actividad productiva y la sostenibilidad en el tiempo de la maricultura.

#### **2.4.1 Vigilancia sanitaria en moluscos bivalvos**

Para controlar la problemática de la dispersión de patógenos, la OIE recomienda políticas de zonificación estricta basado en la presencia o ausencia de las enfermedades de reporte obligatorio, de tal manera que se limita el flujo comercial y se condicionan las importaciones y exportaciones (Figueras y Novoa, 2011)

La Unión Europea ha promulgado varias decisiones y directivas encaminadas a incrementar el control sobre la extensión de las enfermedades que afectan moluscos bivalvos en general. La última, en 2006, recopila toda la información sobre este tema, establece una normativa para el control de estas enfermedades, y enumera una serie de enfermedades como de declaración obligatoria (Figueras y Novoa, 2011).

Los agentes causales de enfermedades en moluscos bivalvos enlistados en el manual acuático de la organización mundial de sanidad animal (OIE) son: el herpesvirus del abalón, *Bonamia exitiosa*, *Bonamia ostreae*, *Marteilia refringens*, herpesvirus de los ostreidos microvariante 1, *Perkinsus marinus*, *Perkinsus olseni* y *Xenohaliotis californiensis*.

Con el fin de controlar la presencia de los distintos patógenos de declaración obligatoria presentes en el territorio de la Unión Europea se deben llevar a cabo programas de monitoreo basados en diversas técnicas de diagnóstico aprobadas por la OIE y la UE (Figueras y Novoa, 2011).

El estado peruano mediante el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) crea el Programa oficial de vigilancia y control de enfermedades en animales acuáticos mediante el cual establece acciones y medida para la vigilancia y control oficial en

animales acuáticos, con la finalidad de garantizar, preservar y mantener el estatus sanitario del país como país libre de enfermedades de notificación obligatoria ante la OIE y realizar el control de las enfermedades que no son de notificación obligatoria. En este programa se establecen dos muestreos aleatorios al año en cada zona controlada para ser evaluados en los laboratorios de diagnóstico. Sin embargo, dentro del listado de especies consideradas para este muestreo solo se incluyen a la trucha arcoíris, langostino blanco, tilapia y carpa; quedando en la disposición de SANIPES agregar nuevas especies y más enfermedades (Organismo nacional de sanidad pesquera, 2016).

Las producciones de moluscos bivalvos son reguladas mediante el Programa Control de Moluscos Bivalvos, que establece los requisitos y condiciones sanitarias que debe reunir la actividad de producción y comercio seguro de los moluscos bivalvos regulado por el Decreto Supremo N°07-2004-PRODUCE. Bajo este programa se realizan muestreos y análisis para evaluaciones sensoriales, evaluaciones de criterios de contaminación microbiológica, biotoxinas marinas, químicas y otros contaminantes, lo cual se asocia básicamente a componentes que pueden atentar contra la inocuidad del producto y no ve aspectos relacionados a la sanidad de la especie.

#### **2.4.2. Agentes que afectan la salud de moluscos bivalvos**

Existen múltiples agentes infecciosos que afectan a una variedad de especies de moluscos utilizando algunos tejidos como órgano blanco. Una de las pruebas que permite identificar a la mayoría a estos organismos y sus efectos es la histología (anexo 1).

##### **2.4.2.1. Predadores**

Los principales predadores en los bivalvos son las estrellas marinas y los crustáceos incluyendo a la mayoría de cangrejos estuarios decápodos. El gusano *Polydora sp.* es un predador significativo para las etapas larvarias de las conchas; se alimentan de ellas pueden tener consecuencias devastadoras en los sistemas de cultivo; conforme la concha crece, el gusano puede penetrar la concha formando un tubo y una cavidad llamada ampolla o burbuja de lodo, la cual conlleva a una ruptura o mal cierre, exponiendo la concha a ser invadida por una diversidad de organismos (Leavitt *et al.*, 2010).

Campalans *et al.* evaluaron en el 2010 la intensidad de infestación de las valvas de conchas de abanico, ocasionadas por poliquetos perforadores como *Polydora sp.* Identificaron como epibiontes de las valvas analizadas a 4 invertebrados bentónicos sésiles del grupo Polychaeta destacándose *Romanchella pustulata*, además de ascidias, cirripedios y poríferos, junto con algunas macroalgas de los géneros *Lithothammion*, *Rhodomenia* y *Gracilaria*, entre otras.

#### **2.4.2.2. Hongos**

El hongo marino *Sirolopidium zoophthorum*, puede infectar a los cultivos larvarios de los moluscos bivalvos. Los micelios son fácilmente reconocibles en infecciones fuertes y pueden matar a las larvas en 2 a 4 días (Leavitt *et al.*, 2010).

#### **2.4.2.3. Organismos tipo rickettsiales**

Los organismos tipo rickettsiales (RLOs) son un grupo de microorganismos procariontes intracelulares cuyos hospedadores son una amplia gama de especies poiquilotermas acuáticos. Estos aparecen frecuentemente causando infecciones patogénicas y benignas (Campalans *et al.*, 2005).

En todas las descripciones de organismos tipo Rickettsia en moluscos, existen características comunes que incluyen, entre otras, el ser parásito obligado con formación de inclusiones citoplasmáticas observables histológicamente, tener morfología pleomórfica, carácter gram-negativo, con pared celular de tipo bacteriana con membrana externa, una zona periplasmática con ribosomas densa a los electrones y con fisión binaria como modo de multiplicación. La mayoría de las descripciones hablan de inclusiones basófilas, pero en algunos casos se han observado inclusiones con carácter eosinófilo, incluso en el mismo hospedador (Figueras y Novoa, 2011).

Sun y Wu en el 2004 reportan inclusiones citoplasmáticas en manto, tejido conectivo y glándula digestiva en *Crassostrea ariakensis* con microcolonias que varían en tamaño de 7 µm x 9.8 µm a 11.3 µm x 13.5 µm.

RLOs han sido detectados con anterioridad en estudios de *A. purpuratus* cultivadas en la costa de Chile encontrándose una prevalencia máxima del 3% en verano y 10% en

invierno. Comúnmente las infecciones resultan benignas en los especímenes adultos y se han detectado en más de 25 especies de moluscos (Campalans *et al.*, 2005).

La hipótesis más aceptada hoy en día es que estos microorganismos podrían presentar baja virulencia y que el grado de los daños producidos podría estar relacionado con el grado de infección. Así, sólo en casos de infecciones masivas que impedirían por acción mecánica la actuación de importantes funciones fisiológicas, se presentaría una patología significativa (Figueras y Novoa, 2011).

Las mortalidades asociadas también podrían ocurrir cuando se suman condiciones ambientales desfavorables, como por ejemplo un invierno con temperaturas muy bajas (Campalans *et al.*, 2005).

#### **2.4.2.4. Bacterias**

Los cultivos larvarios de moluscos bivalvos son susceptibles a enfermedades bacterianas que se causan de manera natural por bacterias gram negativas patógenas, principalmente *Pseudomonas sp.* y *Vibrio sp.* Las infecciones masivas en cultivos larvarios pueden matar una población entera en 18 horas. Los estadios primarios de la enfermedad tienden a ser seguidas de invasiones secundarias por protozoos ciliados que se alimentan de las bacterias (Leavitt *et al.*, 2010).

Una de las bacterias que afectan organismos adultos es la *Nocardia sp.* que causa lesiones redondas en manto o branquias y ocasionalmente musculo aductor y corazón. A la histología se detectan colonias de bacterias en casi todos los órganos con un infiltrado circundante de gran cantidad de hemocitos (Figueras y Novoa, 2011).

Otra bacteria que afecta larvas, estadios jóvenes y adultos es la *Chlamydia sp.* la cual invade principalmente las células epiteliales del tracto digestivo y branquias. En el desarrollo de la enfermedad se observa una reducción de la actividad y de la alimentación seguida por mortalidades elevadas. Histológicamente se observa inflamación del epitelio de las branquias, así como la posible presencia de hipertrofia de las células afectadas (CESAIBC, 2003).

El diagnóstico tradicional de enfermedades bacterianas es por aislamiento en medios generales o selectivos con la respectiva caracterización bioquímica de los cultivos puros de los microorganismos aislados. En la mayoría de los casos no existe una sintomatología específica que pueda ser asociada con la infección por una especie bacteriana



determinada. Hay que tener en cuenta que la mayoría de estos sistemas para la identificación de los microorganismos pueden no ser muy completas en el caso de patógenos de moluscos. Además, en algunos casos, se han descrito resultados falsos, positivos o negativos, para algunos patógenos en acuicultura (Figueras y Novoa, 2011).

#### **2.4.2.5. Virus**

Se han detectado infecciones en moluscos bivalvos con etiología viral causadas por virus de las familias Iridoviridae, Herpesviridae, Papovaviridae, Togaviridae, Retroviridae, Reoviridae, Birnaviridae y Picornaviridae (Figueras y Novoa, 2011).

Estos virus suelen causar mortalidades en situaciones de estrés aunque muchas veces el molusco solo funciona como reservorio del virus. Algunos retrovirus están ligados a la aparición de neoplasias diseminadas (Figueras y Novoa, 2011).

Los Picornavirus se han visto asociados a la aparición de infiltración hemocítica extensiva y necrosis de células intersticiales basales y las del epitelio de los túbulos digestivos (Figueras y Novoa, 2011).

Los herpesvirus atacan principalmente estadios larvarios y juveniles produciendo reducción en la capacidad de alimentarse o nadar y presencia de núcleos anormales en los tejidos conectivos de manto, palpos labiales, branquias y glándula digestiva (Figueras y Novoa, 2011).

Los iridovirus son los causantes de “la enfermedad de la branquia” que afecta a *C. angulata* y se caracteriza por la aparición de varios puntos amarillos en las branquias y los palpos labiales, los cuales aumentan su tamaño haciendo que el tejido se ponga de color marrón llegando a producirse perforaciones en el tejido. En estados avanzados de la infección, se puede llegar a producir una destrucción completa de los filamentos branquiales (Figueras y Novoa, 2011).

Las infecciones por papopavirus afectan el epitelio gonadal y se asocian a hipertrofia de los gametocitos sin reacción del hospedador (Figueras y Novoa, 2011).

#### **2.4.2.6. Protozoarios**

Las *Trichodina sp.* son protozoos ciliados de reporte no obligatorio, se les consideran comensales simbióticos que se alimentan de bacterias en invertebrados y se les han

reportado asociados a las branquias. Estos microorganismos pueden causar daño en el hospedador cuando se encuentran en una alta intensidad, ya que pueden causar afectar la respiración por el exceso de mucus que produce el huésped (Campalans *et al.*, 2010). Una lista de protozoarios que afectan moluscos bivalvos, las características morfológicas de estos, así como la distribución tisular de las lesiones que causa, se encuentra detallada en el anexo 1.

### **2.4.3. Agentes infecciosos que afectan moluscos bivalvos de reporte obligatorio ante la OIE**

#### **2.4.3.1. Herpesvirus del abalón**

Este agente produce la ganglioneuritis viral del abalón (GVA), una enfermedad que afecta especies de abalón de Australia y posiblemente otros países y resulta ser contagiosa. Esta enfermedad puede llegar a alcanzar hasta más de un 90% de tasa de mortalidad (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Son susceptibles el abalón de labios verdes (*Haliotis laevis*), el abalón de labios negros (*H. rubra*) e híbridos de estas dos especies (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

La principal lesión histopatológica identificada en abalones afectados por la GVA es una ganglioneuritis: inflamación y necrosis confinada al tejido neural; además se observa inflamación (aumento de hemocitos). Se ven afectados los ganglios pleuropodal, cerebroideo, bucal, los nervios periféricos asociados, así como la comisura cerebroidea (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

#### **2.4.3.2. *Bonamia* sp.**

La bonamiosis es producida por parásitos del filum Haplosporidia y género *Bonamia*. Estos protozoarios parásitos invaden los hemocitos, destruyen el sistema inmunitario e interfieren con otros procesos fisiológicos de los moluscos bivalvos (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

El ciclo de vida fuera del hospedador es desconocido, pero es posible que se dé una transmisión directa de hospedador a hospedador por inoculación de parásitos purificados

o por cohabitar, con lo cual se presume no hace falta un hospedador intermediario (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Las mortalidades significativas aparecen con temperaturas entre 12° a 20° grados Celsius en el agua, mas no en temperaturas más altas que este rango. Las mortalidades pueden ser altas, llegando al 100% en algunas poblaciones infectadas de ostiones en Europa. (CESAIBC, 2003).

No se observan signos patognomónicos de la infección, observándose comúnmente solo la presencia de ostras muertas o moribundas (Organización mundial de sanidad animal, 2016). Los especímenes pueden presentar cierre débil de las valvas o valvas abiertas, sin embargo, estos signos aparecen en estadios avanzados. Las bacterias oportunistas comúnmente aprovechan la baja inmune para proliferar (CESAIBC, 2003).

#### **2.4.3.2.1. *Bonamia exitiosa***

Son susceptibles las especies de ostras: *Ostrea chilensis*, *Ostrea angasi*, *Ostrea edulis* y *Ostrea stentina* (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Este protozoo intrahemocítico se vuelve sistémico rápidamente y puede encontrarse en diferentes órganos, especialmente en los tejidos conjuntivos de branquias y manto (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Para el diagnóstico de *Bonamia exitiosa* por histología se hace un corte de tejido de 3 a 5 mm de espesor de branquias, glándula digestiva o manto. Para ciertas pruebas, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) o improntas, son preferibles los tejidos de branquias o el corazón (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

La presencia de parásitos en forma de células de 2–5 µm de ancho con nucleoplasma central representa un resultado positivo (CESAIBC, 2003). El parásito se le puede hallar dentro de los hemocitos con una tinción basofila tenue, o libres en el tejido conjuntivo, en el epitelio del intestino, en los senos de las branquias, o el manto. Además se podrá observar un aspecto disgregado de la capa subepitelial del tejido conjuntivo del manto, debido a la infiltración por grupos de hemocitos granulares parasitados (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

En *Ostrea chilensis*, las lesiones aparecen en el tejido conjuntivo del manto y de las branquias, como en la periferia de los órganos del tracto gastrointestinal, en los senos

vasculares. A menudo se asocian a una intensa infiltración diseminada de hemocitos en esta especie, mientras que en *Ostrea angasi* se asocian a una intensa infiltración masiva focal de hemocitos con focos necróticos. En *Ostrea edulis*, el parásito produce una infiltración hemocítica intensa, provoca una hiperplasia epitelial marcada y aparece en el tejido conjuntivo, principalmente al interior de los hemocitos. Para evitar posibles dudas, solo se diagnosticará la enfermedad si se observa el parásito dentro de los hemocitos (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

#### **2.4.3.2.2. *Bonamia oestrae***

Este organismo infecta hemocitos de la ostra europea, *Ostrea edulis*, pudiendo ser mortal y afectando severamente la fisiología del animal (Organización mundial de sanidad animal, 2016).

Este protozoo es intrahemocítico aunque no es raro hallarlo extracelularmente a nivel de las células intersticiales o epiteliales, en branquias y el estómago. Otras localizaciones del parásito son el epitelio de las branquias y el tejido ovárico. Las infecciones avanzadas se convierten en sistémicas (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

En el examen hay que buscar organismos esféricos y/u ovoides de 2 a 5 micrómetros con núcleo plasma excéntrico. *Bonamia ostreae* se caracteriza por una vacuola excéntrica prominente (CESAIBC, 2003).

#### **2.4.3.3. *Marteilia refringens***

Esta es una especie del orden Paramyxida, es un protozoo parásito que infecta directamente al sistema digestivo y produce una serie de cambios en la fisiología del animal que devienen en la muerte de este (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Tiene un ciclo de vida indirecto y afecta a algunas especies de ostras como *Ostrea edulis* o *Ostrea spp.* y mejillones. Es una enfermedad mortal en ostras (50 al 90% de tasa de mortalidad) produciéndose durante el segundo año de la infección inicial (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Este parásito, al ingresar al sistema del hospedador, infecta los tejidos del sistema digestivo y el tejido conectivo; luego llega al epitelio de los túbulos digestivos donde se crea la espora, la cual es su estadio maduro. Los especímenes que presentan fuertes

infestaciones, empiezan a presentar cambios en la coloración de la glándula digestiva, tornándose más oscura, además se puede detectar una mayor cantidad de glucógeno almacenado en los tejidos conectivos. Sin embargo, esto no se da en todos los casos, ya que se han reportado casos de infecciones avanzadas, donde las ostras presentan el manto descolorido y una glándula digestiva amarillo pálido (CESAIBC, 2003).

Para la detección por histología se debe de observar células de un tamaño de hasta 30–40  $\mu\text{m}$  de citoplasma basófilo y núcleo acidófilo. Son reconocibles los gránulos refringentes rodeados de un halo de color pálido, y en células más grandes, también se podrá observar disposiciones de células dentro de células (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016). Estos cambios se detectan principalmente a nivel de células epiteliales del túbulo digestivo, donde se observan los estadios acidófilos, mientras que en los conductos digestivos podremos hallar a estadios basófilos y a los plasmodios jóvenes a nivel de estómago y palpos labiales (CESAIBC, 2003).

#### **2.4.3.4. Herpesvirus de los ostreidos microvariante 1**

Este agente produce una enfermedad contagiosa que causa mortalidad (de hasta el 100%) en larvas pequeñas y juveniles de la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*) y en la ostra portuguesa (*Crassostrea angulata*) (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Las alteraciones histológicas se observan a nivel de los fibroblastos en los tejidos conjuntivos, los cuales pueden mostrar núcleos agrandados y presencia de cromatina perinuclear. También se observan otros cambios a nivel del núcleo celular como hipertrofia, marginación nuclear y pycnosis. Se han descrito, de la misma manera, hemocitos de núcleos muy condensados (característica propia de la apoptosis) pero sin presencia de una infiltración masiva de hemocitos (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

#### **2.4.3.5. *Perkinsus* sp.**

Este es un género de protozoarios que causa patologías tanto en los moluscos bivalvos como en especies de gasterópodos (Figueras y Novoa, 2011).

Dentro de su ciclo de vida presenta diferentes estadios, tanto dentro del hospedador como en su vida libre. En los tejidos del hospedador, el estadio característico se denomina trofozoíto, con forma esférica u ovoide, contiene una vacuola que ocupa gran parte del volumen celular y presenta el núcleo en posición periférica, con nucléolo patente (Figueras y Novoa, 2011).

El rango del tamaño del trofozoíto, en general entre 5 y 15  $\mu\text{m}$ , varía en función de la especie, y en algunas de ellas es frecuente la presencia de una inclusión, denominada vacuoplasto, en la gran vacuola (Figueras y Novoa, 2011).

Una característica propia del género supone que cuando los tejidos del hospedador infectado se incuban en caldo de tioglicolato, en oscuridad y condiciones anaeróbicas, los trofozoítos aumentan su tamaño 2, 3 o más veces y se rodean de una pared gruesa, de naturaleza polisacáridica, lo que constituye el estadio denominado hipnoespora o prezoosporangio (Figueras y Novoa, 2011).

#### **2.4.3.5.1. *Perkinsus marinus***

Esta especie produce una infección comúnmente mortal en especies susceptibles como *Crassostrea virginica*. *C. gigas* y *C. ariakensis* pueden padecer la infección, pero sus infecciones suelen ser leves (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Afecta principalmente al tejido conjuntivo en general, las células epiteliales del tubo digestivo y a los hemocitos. Macroscópicamente no se observan lesiones patognomónicas, solo tejidos friables y delgados (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

Es común el hallazgo de lesiones multifocales de gran tamaño producidos por los trofozoitos de *Perkinsus marinus* a nivel del tejido conectivo, epitelio intestinal o de cualquier órgano. Los microorganismos se identifican como células esféricas de 2–15  $\mu\text{m}$  de diámetro con núcleo excéntrico y presencia de gran vacuola, algunos parásitos se observan siendo fagocitados o rodeados de una gran infiltración hemocitaria. En las infecciones de gran intensidad, el epitelio intestinal puede estar completamente destruido (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

#### **2.4.3.5.2. *Perkinsus olseni***

Esta especie afecta a una amplia gama de hospedadores entre los cuales se incluyen almejas, ostras, ostras perlíferas, abalones, gasterópodos entre otros. Las condiciones del medio ambiente y el estado fisiológico del espécimen infectado van a mediar la mortalidad de la enfermedad, algunos pueden convertirse en portadores de por vida con una infección persistente (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

El parásito afecta los tejidos conjuntivos de todos los órganos y los hemocitos. Macroscópicamente se observa una glándula digestiva pálida, mientras que el resto de los tejidos pueden adoptar una apariencia delgada y friable con ocasional presencia de nódulos en branquias y manto (Organización mundial de sanidad animal, 2016).

En la histología se observan lesiones multifocales grandes en el tejido conjuntivo, con infiltración hemocítica, figuras de fagocitosis y células de forma esférica con un diámetro de 5 a 15  $\mu\text{m}$  que contiene una gran vacuola y un solo núcleo desplazado excéntricamente con nucléolo prominente. Los esquizontes (formas en proceso de división) se encuentran acompañando a estas células mononucleadas y se diferencian por ser multinucleados. Las células de *Perkinsus olseni* muestran una leve tinción basófila (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

#### **2.4.3.6. *Xenohaliotis californiensis***

Este agente es una bacteria de tipo rickettsia estrechamente relacionada con miembros de los géneros Ehrlichia, Anaplasma y Cowdria. Produce una enfermedad que se caracteriza por infecciones intracitoplasmáticas en los epitelios gastrointestinales (la glándula digestiva y, en menor medida, el intestino) denominada síndrome del marchitamiento en abalones del género *Haliotis spp* que puede llegar hasta al 100% de mortalidad en algunas especies (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

La enfermedad se expresa macroscópicamente con signos como atrofia del pie, glándula digestiva de aspecto moteado, letargia, debilidad y anorexia. A nivel de la glándula digestiva se ven cambios específicos de degeneración del tejido tales como la atrofia de túbulos digestivos, proliferación de tejidos conectivo, inflamación y/o cambios metaplásicos (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016).

**Cuadro 3.** Características de los agentes infecciosos que afectan moluscos bivalvos de reporte obligatorio a la OIE. Fuente: Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016.

| AGENTE  | FORMA  | TAMAÑO   | UBICACIÓN   | DISTRIBUCIÓN TISULAR   |
|---|--|--|---|--|
| <i>Perkinsus marinus</i><br><i>Perkinsus olseni</i> | Células uninucleadas esféricas con una vacuola grande y un núcleo desplazado de forma excéntrica.                          | 2 a 5 micras. A veces hasta 10 micras. ( <i>P. marinus</i> )<br>5 a 15 micras ( <i>P. olseni</i> ) | Extracelular. Aplanosporas intracelulares.            | Intestino mayormente y tejido conectivo y epitelial en infecciones leves |
| <i>Marteilia refringens</i>                         | Células esféricas uninucleadas con inclusiones y vacuolas (primarias) y células de núcleo voluminoso dividido (plasmodios) | 4 a 40 micras  | Epitelio de los palpos labiales o glándula digestiva. | Glándula digestiva y Tejidos conectivos.                                 |
| <i>Bonamia exitiosa</i> ,<br><i>Bonamia ostreae</i> | Organismo esférico u ovoide con nucleoplasma excéntrico (prominente en <i>B. ostreae</i> ) o central.                      | 2 a 5 micras   | Intrahemocítico.                                      | Sistémica. Tejido branquial, del manto, Alrededor estomago e intestinos  |
| <i>Xenohaliotis californiensis</i>                  | Inclusiones bacterianas intracitoplasmáticas ovales y basófilos  | Inclusiones de 14 a 56 micras de diámetro  | Intracitoplasmático                                   | Pie, glándulas digestivas e intestino                                    |

#### 2.4.4. Neoplasias

Dos tipos de neoplasias han sido identificadas con mayor frecuencia en los moluscos bivalvos: neoplasias diseminadas, consistentes en diseminación de células anormales de origen desconocido que circundan los tejidos y neoplasias gonadales donde proliferan células germinales indiferenciadas. La primera se ha visto asociada muchas veces con mortandades elevadas alcanzando niveles epidémicos (Figueras y Novoa, 2011).



Las neoplasias diseminadas se presentan en ostras, almejas y mejillones. Histológicamente se observan células neoplásicas redondeadas u ovaladas de tamaño grande y de relación núcleo-citoplasma elevada, núcleos de contorno irregular, que contienen nucléolos patentes y con una alta frecuencia de figuras mitóticas. Estas células proliferan en los espacios abiertos del sistema vascular, siendo muy evidentes en los vasos de la hemolinfa y los espacios del tejido conjuntivo de diferentes órganos del manto y la masa visceral (Figueras y Novoa, 2011).

Las neoplasias gonadales se presentan en algunas especies como *Mercenaria spp.* donde se caracterizan por el reemplazamiento del epitelio germinal normal por grandes células poliédricas que contienen núcleos vesiculares y un citoplasma rosado. Muchas de estas células tienen cromatina marginal y un nucléolo acidófilo y prominente. En otras especies como *Mya arenaria* se observan células indiferenciadas pequeñas y basófilas que proliferan y no maduran, su núcleo es excéntrico y el nucléolo es difícil de distinguir entre los abundantes acúmulos de cromatina (Figueras y Novoa, 2011).

Las células neoplásicas gonadales se distribuyen a manera pequeños focos en uno o más folículos gonadales, se multiplican y llenan la mayoría o todos los folículos, y pueden invadir el tejido conectivo interfolicular, la pared del cuerpo, la cámara epibranchial y los conductos genitales. En las neoplasias gonadales también se observan células en mitosis aunque no tan frecuentemente como en las neoplasias diseminadas (Figueras y Novoa, 2011).

#### **2.4.5. Estudios previos en la especie**

La gran mayoría de trabajos en conchas de abanico que se han elaborado dentro del país se orientan hacia datos que evalúan parámetros de producción de la especie. El cuadro 4 muestra algunos de los trabajos hechos en el país acerca de conchas de abanico.

**Cuadro 4.** Algunas publicaciones peruanas en torno a *Argopecten purpuratus*.

| <b>Nombre</b>  | <b>Autor</b>         | <b>Resumen</b>   | <b>Año</b> |
|--|----------------------|--|------------|
| <b>Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico <i>Argopecten purpuratus</i></b>                              | Acedo y Flores       | Se determinó el efecto de la temperatura sobre la tasa de aclaramiento (TA), ingestión (TI) y consumo específico de oxígeno (CEO) en individuos de <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1891) de distintos grupos de tallas.                                   | 2015       |
| <b>Efecto de <i>Ulva</i> Spp. sobre el crecimiento y supervivencia de <i>Argopecten Purpuratus</i> en la Bahía de Paracas.</b>               | Arce y Mendo         | compara el crecimiento y supervivencia de <i>Argopecten purpuratus</i> (Lamarck, 1819) “concha de abanico” sembradas con diferentes densidades de <i>Ulva</i> spp., Linnaeus, 1753 en la bahía Paracas (Ica-Perú) durante el 7 agosto al 16 de octubre del 2011. | 2014       |
| <b>Crecimiento comparativo de la concha de abanico (<i>Argopecten purpuratus</i>) en sistemas suspendidos.</b>                               | Cisneros y Argüelles | Determina diferencias en el crecimiento de la concha de abanico <i>Argopecten purpuratus</i> procedentes de diferentes lugares   | 2008       |
| <b>Crecimiento y supervivencia de juveniles de <i>Argopecten purpuratus</i> en sistemas de fondo y suspendido en la zona de Casma, Perú.</b> | Alcázar y Mendo      | Compara el crecimiento y supervivencia de juveniles de <i>Argopecten purpuratus</i> "concha de abanico" cultivados en sistema de fondo y suspendido en la zona de Casma, Ancash- Perú.   | 2008       |
| <b>Bioincrustantes en estructuras de cultivo de <i>Argopecten purpuratus</i> en Bahía Samanco, Perú.</b>                                     | Pacheco y Garate     | Da a conocer la composición de especies bioincrustantes en el cultivo suspendido de <i>Argopecten purpuratus</i>   | 2005       |
| <b>El Impacto De El Niño Sobre La Producción De Concha De Abanico (<i>Argopecten Purpuratus</i>) En Bahía Independencia, Pisco, Perú.</b>    | Mendo y Wolff        | Analiza los cambios de los desembarques en la Bahía Independencia observados durante las dos últimas décadas y discute los principales factores que afectan los "booms" de concha de abanico.  | 2003       |

En el ámbito sanitario, el país vecino de Chile nos brinda una información más clara acerca de las patologías que afectan a las conchas de abanico en su país, con trabajos que datan desde 1995 como el de Riquelme *et al.* quienes realizan análisis bacteriológicos en las primeras etapas de desarrollo de *Argopecten purpuratus* confirmando transmisión bacteriana vertical, además de otro trabajo en el mismo año que caracteriza la cepa de

*Vibrium anguillarum*-related (VAR), aislada a partir de un caso, en un cultivo comercial, donde se halló un brote con una mortalidad masiva; mediante este trabajo se comprobó que la virulencia de la bacteria estaba mediada principalmente por la producción de exotoxinas. En otro estudio, Riquelme *et al.* (1996) aislaron cepas de *Aeromonas hydrophila*, y de *Vibrio alginolyticus*; a las primeras las identificaron como población principal en muestras larvianas de *Argopecten purpuratus* moribundas, y demostraron la actividad patogénica de ambas sobre larvas de *Argopecten purpuratus*.

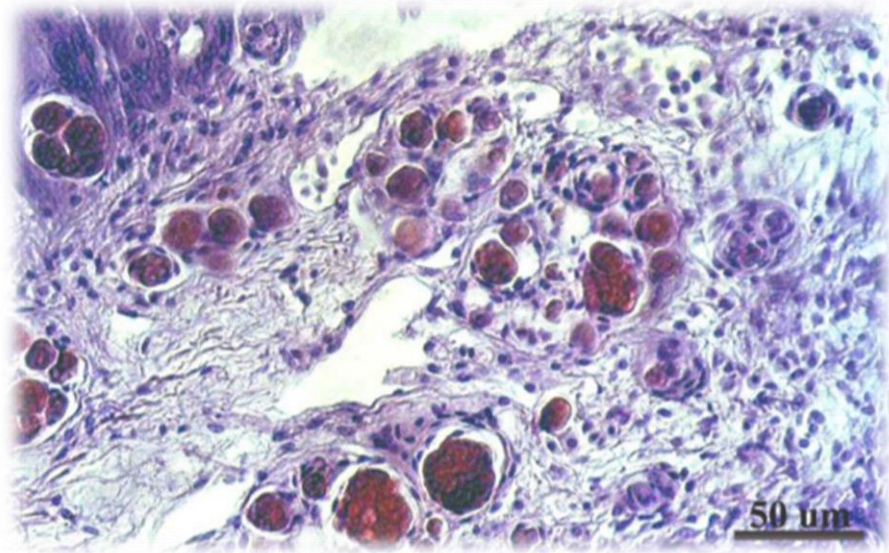
Más adelante en 1997, Campalans *et al.* utilizan técnicas histológicas y de microscopía electrónica en tejidos de seis especies (*Ostrea chilensis*, *Mytilus edulis*, *Choromytilus chorus*, *Argopecten purpuratus*, *Crassostrea gigas* y *Aulacomya ater*) cultivadas en Chile. Producto de este estudio se describió la condición “Síndrome de Retracción del Manto”, el cual fue detectado hasta en el 80% de las conchas de abanico. Esta patología se caracteriza por la aparición de corrosión o deformación en margen de las valvas, deposición de material oscuro característico al interior, retracción del borde externo del manto y la presencia de cuerpos ovoides coalescentes, concrescencias oscuras o nódulos en el borde del manto (Campalans *et al.*, 1997).

En el 2002, Lohrmann *et al.*, compararon protozoarios, como la *Trichodina sp.*, y otros patógenos, como los RLOs (Organismos tipo Rickettsiales) en bancos naturales y de cultivo de este molusco bivalvo en la Bahía de Tongoy, Chile.

Si bien *Trichodina sp.* es un protozoo ciliado, no es un parásito; sin embargo, dada las condiciones ambientales (calidad baja del agua) puede infestar en grandes concentraciones y empezar a crear cambios patológicos en el animal (Campalans, 2010).

Más tarde, en el 2005, se publica el proyecto FIP 2003-27 a cargo de Campalans *et al.*, en el cual se estudiaron poblaciones de concha de abanico y otros moluscos bivalvos de diferentes regiones del litoral chileno. Entre los hallazgos se presentaron alteraciones tales como la presencia de granulomas, inclusiones basofílicas en túbulo digestivo con el aspecto de organismos tipo rickettsiales (RLOs) en baja intensidad, trichodinas y la presencia en gran porcentaje de concrescencias en el nefridio. Además, la condición patológica denominada “retracción del manto”, con presencia de granulomas en el borde del manto (Figura 5), que también se detectaron en una baja intensidad a nivel de las branquias.

**Figura 5.** Corte histológico de manto con Síndrome de retracción del manto. Obsérvese el material oscuro en el tejido conectivo el cual intenta encapsularlo. Barra= 50µm HE. Fuente: Campalans *et al.*, 2005.



González y Arenas en el 2002 evaluaron especímenes de concha de abanico que presentaban la condición de retracción del manto y tuvieron por objetivo evaluar los mecanismos de la respuesta inmune en conchas de abanico. Mediante este estudio queda demostrado que esta enfermedad determina una variación significativa de los componentes inmunitarios celulares de la hemolinfa y una respuesta de encapsulación frente a la presencia de cuerpos coalescentes en el manto.

Rojas *et al.*, en el 2009 demostraron que una cepa de *Halomonas sp.* productora de exopolisacárido participaba en la mortalidad de larvas de *Argopecten purpuratus* en cultivos de alta intensidad, causando la aglutinación de las larvas y el bloqueo de la actividad ciliar, lo cual conlleva a la imposibilidad de moverse de las larvas y la acumulación de estas en el fondo del estanque de cultivo, causando su muerte.

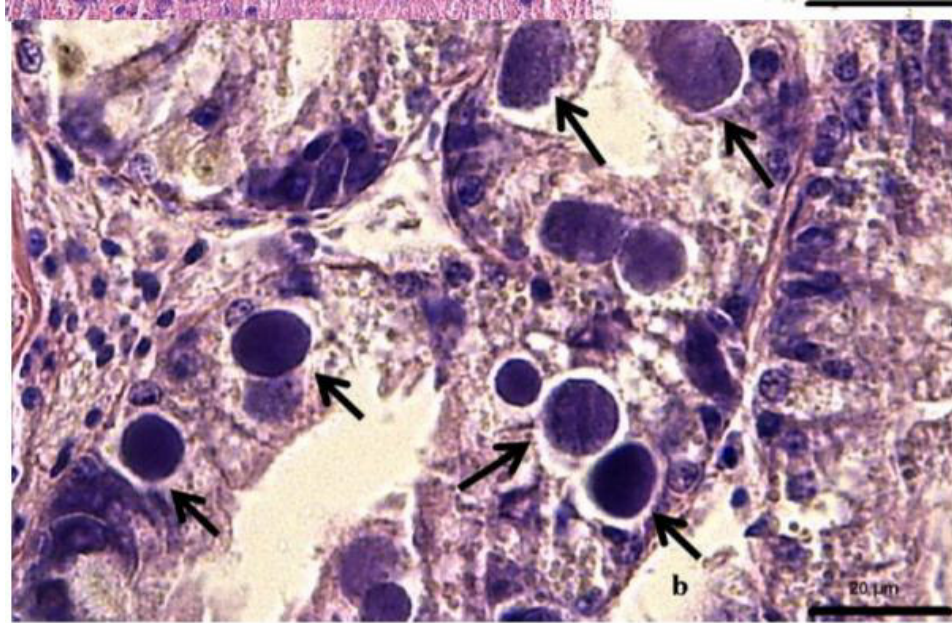
Lohrman en el 2009 elabora un catastro de un año de duración para detectar los parásitos o posibles patógenos en 3 localidades chilenas, obteniendo como resultado a los mismos parásitos y cambios patológicos en los tres lugares de estudio: inclusiones con organismos tipo rickettsial (RLOs) en epitelio de túbulos de glándula digestiva de adultos, infiltraciones hemocíticas en glándula digestiva y branquias; y dos granulomas de etiología desconocida. Considerando la ausencia de mortalidades, Lohrman concluye que

los ostiones del norte (conchas de abanico) de cultivo se encuentran sanos y que las patologías detectadas son, en general, benignas.

Hasta el 2010 es destacable la coincidencia en los resultados de las investigaciones realizadas en esta especie, que indican que no hay patógenos asociados a grandes mortalidades en especímenes adultos en Chile, informando sólo de patógenos oportunistas y algunas condiciones patológicas relativamente benignas (Campalans *et al.*, 2010).

En el 2010 se publican los resultados del proyecto FIP N° 2008-61 a cargo de Campalans *et al.* en el cual se tuvo como objetivo final llegar al diagnóstico de diferentes enfermedades, ya sean causadas por agentes bacterianos, virales o parasitarios y caracterizar su ocurrencia en ejemplares *Argopecten purpuratus*, tanto obtenidos de bancos naturales, como de centros de cultivo en dos regiones de Chile. Se hicieron análisis de hemolinfa, branquia y corazón; y se llevaron a cabo evaluaciones histológicas y citológicas, pudiéndose registrar la presencia de diversos microorganismos posiblemente patógenos, algunos organismos no patógenos y algunas condiciones patológicas. Dentro de los organismos posiblemente patógenos se incluye los protozoos ciliados tipo *Trichodina sp.* y los organismos bacterianos tipo rickettsia (RLOs). Los organismos encontrados incluyendo RLOs parecieron ser del tipo oportunista, presentándose de preferencia cuando la calidad del medio en que se encuentran los moluscos no es el óptimo. Del mismo modo, dentro de las condiciones patológicas se presenta la descripción de neoplasia, inclusiones intracitoplasmáticas, infiltraciones hemocíticas en glándula digestiva y branquias, granulomas, atrofia de la glándula digestiva y concrecencias. Adicionalmente, el equipo procesó muestras de tejido de branquias y glándula digestiva para análisis ultraestructural mediante microscopía electrónica de transmisión, cuyos resultados indican la presencia de partículas tipo-virus al interior de células branquiales. En cuanto a los organismos no patógenos se detectó la presencia de protozoos ciliados tipo Tintínido, protozoo *Euplotes sp.* y larvas de helmintos encapsuladas (Campalans *et al.*, 2010).

**Figura 6:** Estructuras redondeadas en glándula digestiva (flechas) compatibles con organismos tipo rickettsiales en tejidos de *Argopecten purpuratus*. Barra= 20µm HE. Fuente: Campalans *et al.*, 2010.



Entre los estudios más recientes está el de Rojas *et al.* (2014) quienes aislaron 3 cepas de *Vibrio splendidus* en episodios de mortalidad alta de larvas de *Argopecten purpuratus* ocurridas en cultivos al norte de Chile y confirmaron su actividad patogénica. En este estudio se evidenció que las cepas de *Vibrio splendidus* presentaban distintos niveles de virulencia y que la actividad patogénica se veía mediada por componentes extracelulares termoestables no proteicos.

### **III-MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Diseño del estudio**

La investigación consistió en la evaluación de lesiones orgánicas en tejidos de conchas de abanico *Argopecten purpuratus* mediante el estudio microscópico de cortes de gónadas masculinas, gónadas femeninas, branquias, glándula digestiva, intestino, músculo aductor y manto teñidos con tinción convencional hematoxilina-eosina (HE). Esta investigación pretendió determinar frecuencia de presencia de lesiones orgánicas e identificar morfológicamente posibles agentes causales de tipo infeccioso.

#### **3.2. Lugar de ejecución y periodo de duración**

Las muestras fueron tomadas de un centro de cultivo de conchas de abanico ubicado en la Bahía de Samanco (9°12'56"S 78°31'10"O), provincia de Santa, departamento Ancash; y fueron procesadas en el Laboratorio de Histología, Embriología y Patología Animal sección Ictiopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, durante el año 2017.

#### **3.3. Selección y tamaño de muestra**

El muestreo se realizó al azar como parte de un monitoreo sobre inocuidad alimentaria por parte del Instituto Tecnológico Pesquero (ITP). Un total de 35 especímenes de *Argopecten purpuratus* conservados mediante inmersión en formol al 10% en agua de mar a temperatura de refrigeración tal y como recomienda la OIE (IFREMER, 2011) fueron facilitadas al Laboratorio de Histología, Embriología y Patología Animal sección Ictiopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su procesamiento.

### **3.4. Materiales en la colección de tejidos**

- Frascos de plástico
- Tijeras
- Mango de bisturí
- Hoja de bisturí
- Guantes
- Pinzas
- Formol al 10% en agua de mar

### **3.5. Materiales usados para el análisis histopatológico**

- Láminas portaobjetos y cubre objetos
- Alcohol etílico
- Xilol
- Parafina
- Micrótomos
- Hematoxilina
- Eosina
- Aceite de inmersión
- Bálsamo de Canadá

### **3.6. Equipos**

- Microscopio óptico marca Leica con objetivos de 4x, 10x, 40x y 100x
- Cámara digital marca Samsung
- Computadora con software de análisis de imágenes microscópicas LEICA MICROSYSTEMS, plataforma LAS.



### **3.9. Procesamiento de la muestra**

Se procedió a identificar macroscópicamente los órganos de cada espécimen de *Argopecten purpuratus* y se tomaron cortes pequeños de gónada masculina, gónada femenina, branquias, glándula digestiva, intestino, músculo aductor y manto mediante bisturí siguiendo los lineamientos indicados en el manual de procesamiento de moluscos para diagnóstico por histología de IFREMER (2011) y fijándolos en formalina al 10% en agua de mar. Las muestras reducidas y fijadas por 24 horas y fueron luego remitidas para ser sometidas al procesamiento histológico convencional donde se parafinaron y se realizaron secciones de corte de 3 micras de los tejidos parafinados. Luego, estos cortes fueron coloreados con tinción de hematoxilina eosina (HE) a fin de proceder a su posterior lectura al microscopio e identificación de lesiones histopatológicas.

Posteriormente, las muestras procesadas y presentadas en láminas fueron analizadas en el microscopio óptico a objetivos de 4x, 10x, 40x y 100x, luego, mediante el software LEICA MICROSYSTEMS, se procedió a la toma de fotografías de las lesiones las cuales fueron descritas y organizadas de acuerdo al órgano donde se encuentran. De igual manera se procedió a hacer la medición de estructuras y/o lesiones microscópicas que se deseaba identificar.

### **3.10 Análisis de resultados**

Las lesiones fueron evaluadas y organizadas según el órgano donde se hallaron y la intensidad del tejido afectado. Para este último se consideró la clasificación hecha por Reimschuessel *et al.* en 1992 para los grados de lesión, la cual se señala en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Sistema de clasificación para lesiones histológicas. Fuente: Reimschuessel *et al.*, 1992.

| GRADO          | EXTENSIÓN   |
|----------------|---|
| I (Escaso)     | Escasa presencia de lesión, hasta un 25% aproximadamente en toda la lámina estudiada. |
| II (Leve)      | Presencia de lesión en más del 25% pero menor del 50% de toda la lámina en estudio.   |
| III (Moderado) | Presencia de lesión en más del 50% pero menor del 75% de toda la lámina en estudio.   |
| IV (Severo)    | Afección en más del 75% y llegando incluso al 100% de la lámina en estudio.           |

### 3.10. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados del estudio histopatológico se utilizó un análisis de frecuencia, indicando el porcentaje de cada variable con respecto al total de población analizada.

La frecuencia (F) fue determinada mediante la fórmula:

$$F = \frac{(\text{Número de animales con determinada lesión})}{(\text{Número total de muestras})} \times 100$$

## **IV-RESULTADOS**

Se realizó el presente estudio para determinar la presencia lesiones microscópicas en los tejidos de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*). Se analizaron los cortes histológicos y la lectura de las 35 láminas correspondientes a los cortes de gónada masculina, gónada femenina, branquias, glándula digestiva, intestino, músculo aductor y manto, encontrándose los hallazgos patológicos que a continuación se pasan a detallar:

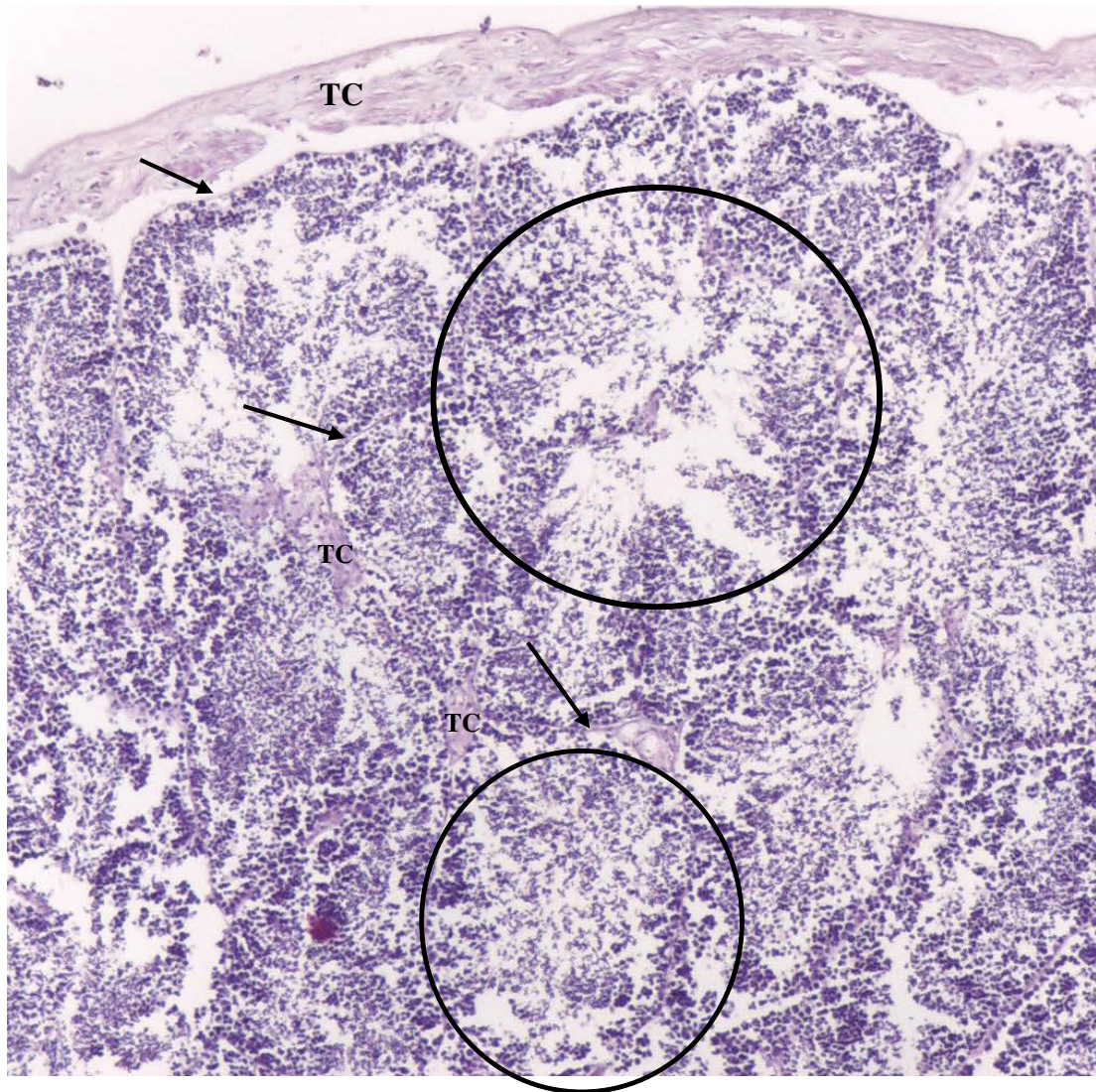
### **4.1. Evaluación de lesiones según órgano**

#### **4.1.1. Gónada masculina**

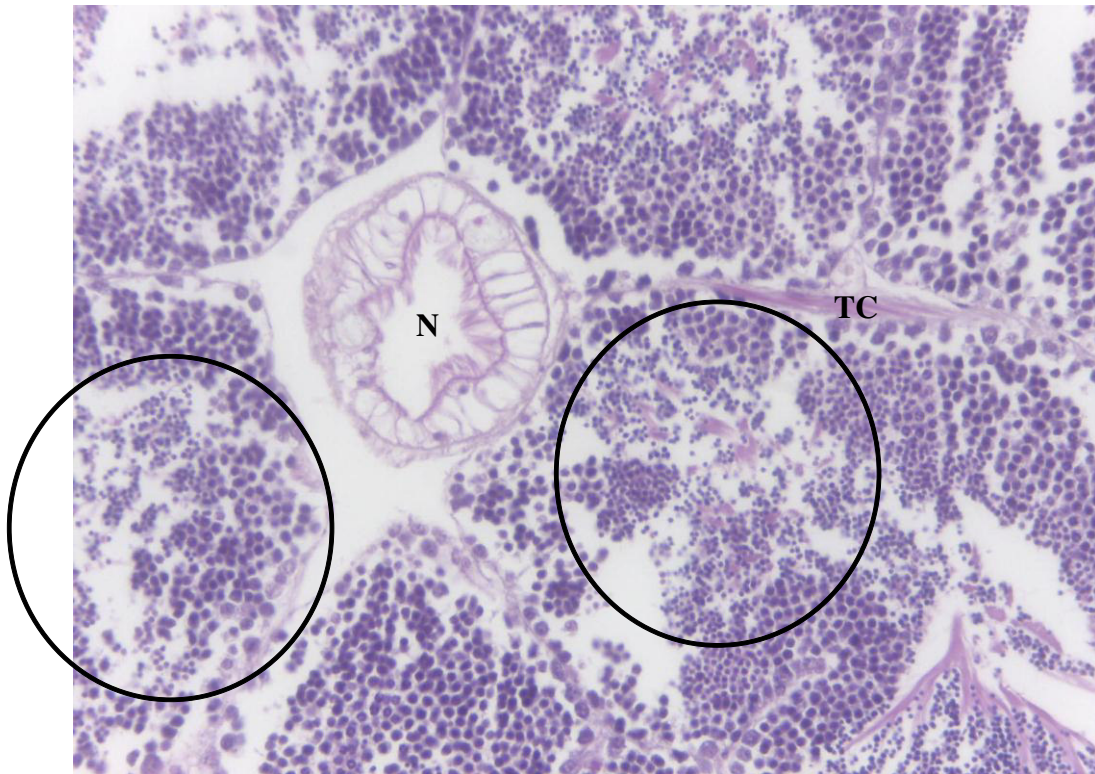
La lesión más observada a nivel de gónada masculina es la disgregación del tejido gonadal, la cual se observó en 8 especímenes (22.9%) en un grado leve. Esta se mostró como pérdida de la citoarquitectura normal del órgano y de la continuidad del estroma.

En 2 especímenes (5,7%) se hallaron estructuras poliédricas a redondeadas en leve cantidad de color basófilo con gránulos más basófilos compatibles con organismos tipo rickettsiales, en ambos casos entre el estroma de los túbulos del parénquima gonadal (vasos linfáticos) en escasa cantidad.

**Figura 7:** Gónada masculina. Disgregación moderada del tejido gonadal masculino (círculos negros). Obsérvese como los túbulos seminíferos han perdido la densidad celular que normalmente tiene. Se evidencia parte el epitelio estratificado (células germinales más inmaduras) en las zonas más basales rodeadas por un estroma señalado por las flechas negras. Se evidencia el tejido conjuntivo (TC) que recubre la gónada y compartimentaliza a los túbulos seminíferos. 100x HE.

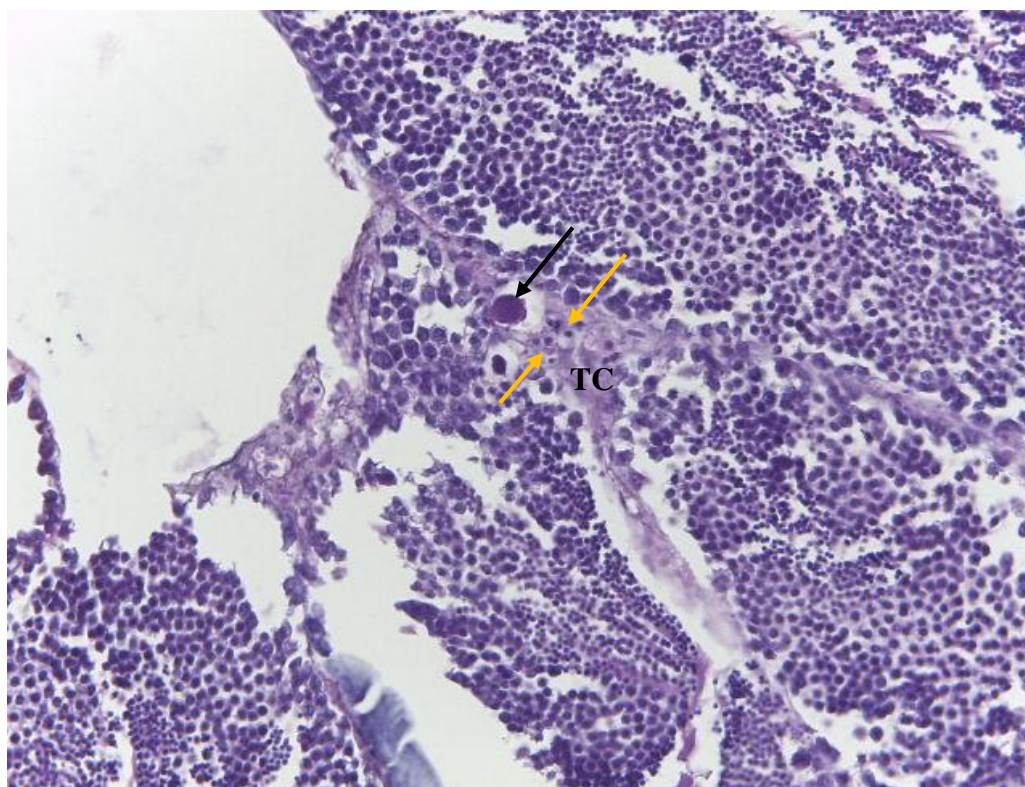


**Figura 8:** Gónada masculina. Disgregación escasa del tejido gonadal masculino (círculos negros). Obsérvese como los túbulos seminíferos han perdido la densidad celular que normalmente tiene. Se evidencia el tejido conjuntivo (TC) que recubre la gónada y compartimentaliza a los túbulos seminíferos y porción de nefridio asociado a gónada masculina (N). 400x HE.





**Figura 9:** Gónada masculina. Escasa presencia (una microcolonia) de estructura compatible con RLO (flecha negra). Obsérvese como esta estructura se encuentra encapsulada, rodeada por hemocitos (flechas amarillas) y tejido conjuntivo (TC). 400x HE.



**Tabla 1.** Lesiones histológicas halladas en gónada masculina.

| GRADO                           | Normal     | Escasa | Leve | Moderada | Severa | Total | %    |
|---------------------------------|------------|--------|------|----------|--------|-------|------|
| LESIÓN                          | lesionadas |        |      |          |        |       |      |
|                                 | n=35       |        |      |          |        |       |      |
| Disgregación del tejido gonadal | 27/35      | 5      | 2    | 1        | 0      | 8/35  | 22,9 |
| Organismos tipo rickettsiales   | 33/35      | 2      | -    | -        | -      | 2/35  | 5.7% |

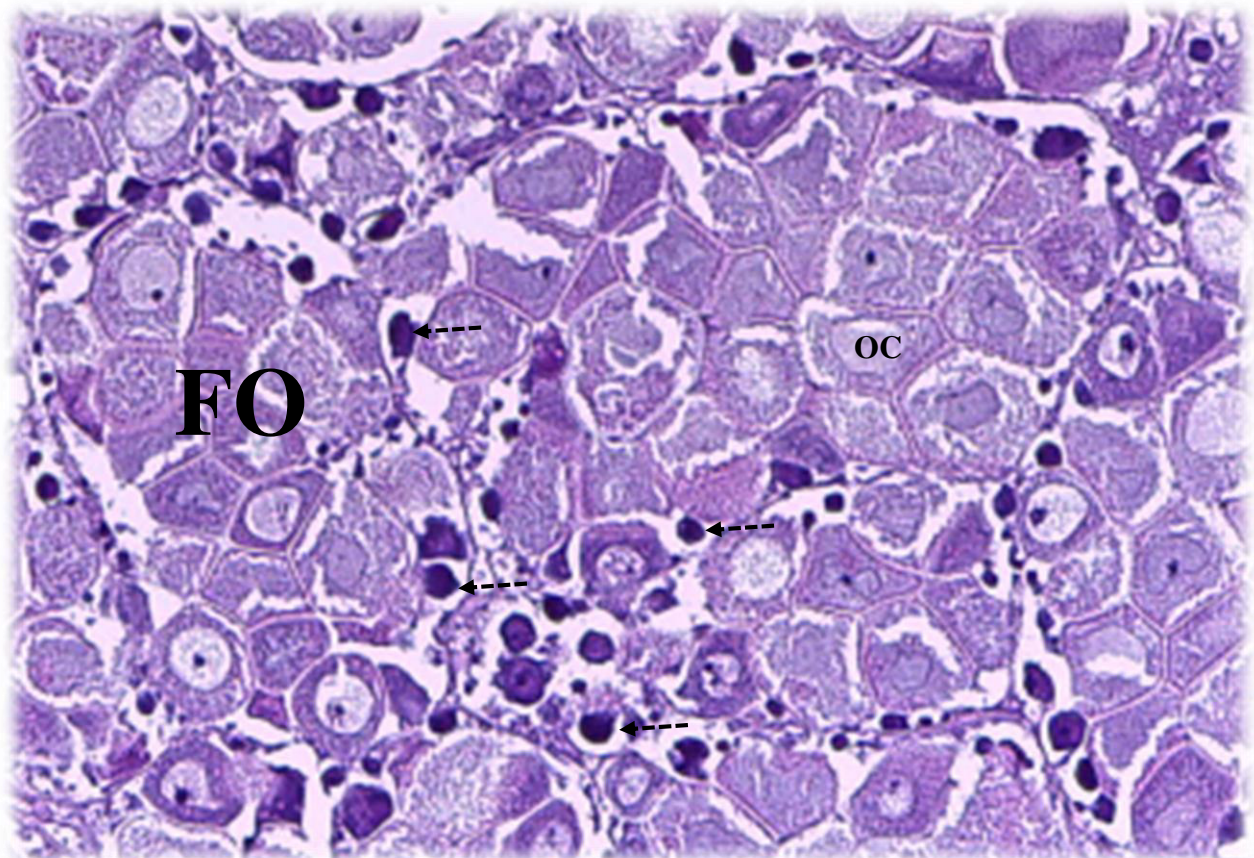
#### 4.1.2. Gónada femenina

Se observó que 16 especímenes (45,7%) tenían oocitos atrésicos en grado leve, 4 (11.4%) en grado moderado y otros 8 (22.9%) en un grado escaso. Esta representó el hallazgo más recurrente afectando al 80% de las muestras. Los oocitos atrésicos se observaban de menor tamaño y tinción basófila.

Asimismo, se encontró infiltrado de tipo hemocítico en el intersticio del parénquima gonadal en 11 (31.4%) de las muestras, comúnmente en aquellos con mayor grado de atresia.

En 5 de las muestras (14.3%) se detectó la presencia de estructuras compatibles con organismos tipo rickettsiales embebidas en el tejido del intestino asociado a la gónada.

**Figura 10.** Gónada femenina. Leve presencia de oocitos atrésicos (flechas punteadas negras). Obsérvese como el tejido se organiza en folículos ováricos (FO), que alberga a los oocitos (OC) madurando con su núcleo y nucléolo. Los oocitos atrésicos se observan de coloración basófila intensa de menor tamaño. 100x HE.





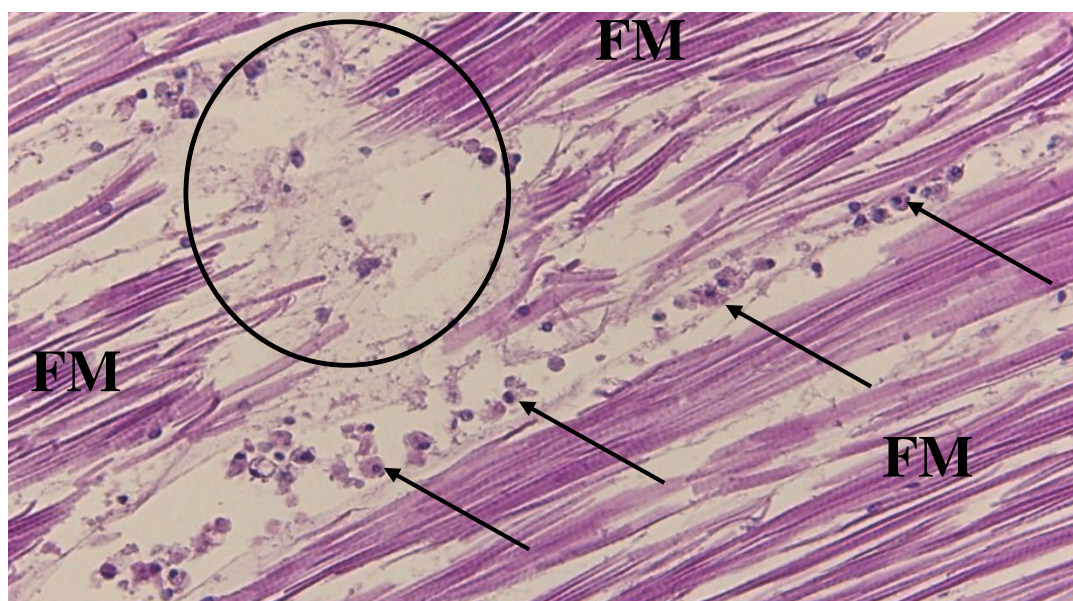
**Tabla 2.** Lesiones histológicas halladas en gónada femenina.

| GRADO                          | Normal | Escasa | Leve | Moderada | Severa | Total lesionadas<br>n=35 | %    |
|--------------------------------|--------|--------|------|----------|--------|--------------------------|------|
| LESIÓN                         |        |        |      |          |        |                          |      |
| Presencia de oocitos atresicos | 7/35   | 8      | 16   | 4        | 0      | 28 /35                   | 80   |
| Organismos tipo rickettsiales  | 30/35  | 5      | 0    | 0        | 0      | 5/35                     | 14.3 |

#### 4.1.3. Músculo aductor

Se observó que 15 especímenes (42.9%) poseían grados leves a moderados de infiltración hemocítica en las fibras musculares. Además 7 especímenes (20%) poseían una citoarquitectura alterada con disgregación de tejido en grado escaso.

**Figura 11.** Músculo aductor. Leve presencia de hemocitos infiltrándose en las fibras musculares (flechas negras) y zona de escasa pérdida de citoarquitectura con disrupción de las fibras y edema (circulo negro). Nótese como las fibras musculares estriadas (FM) se disponen en similar dirección. 400x HE.





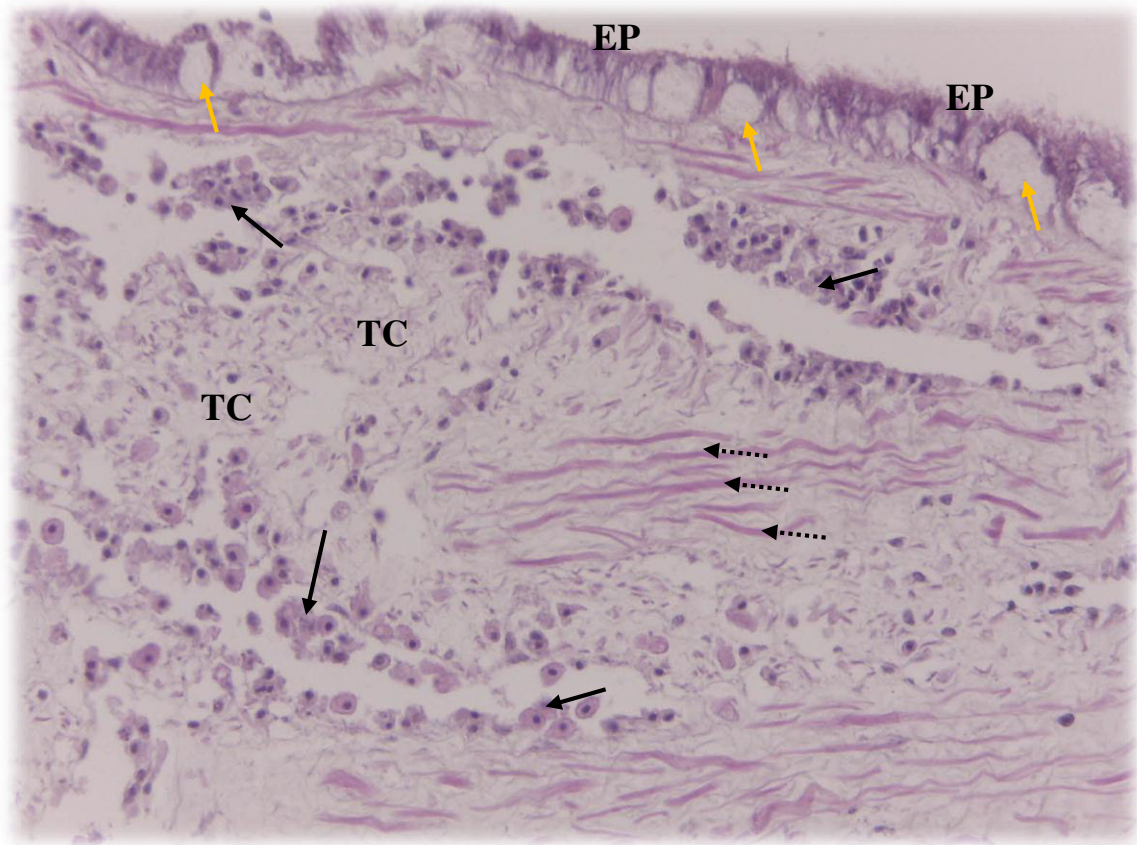
**Tabla 3.** Lesiones histológicas halladas en músculo aductor.

| GRADO                       | Normal             | Escasa | Leve | Moderada | Severa | Total | %    |
|-----------------------------|--------------------|--------|------|----------|--------|-------|------|
| LESIÓN                      | lesionadas<br>n=35 |        |      |          |        |       |      |
| Infiltrado hemocítico       | 20/35              | 11     | 4    | 0        | 0      | 15/35 | 42.9 |
| Pérdida de citoarquitectura | 28/35              | 7      | 0    | 0        | 0      | 7/35  | 20   |

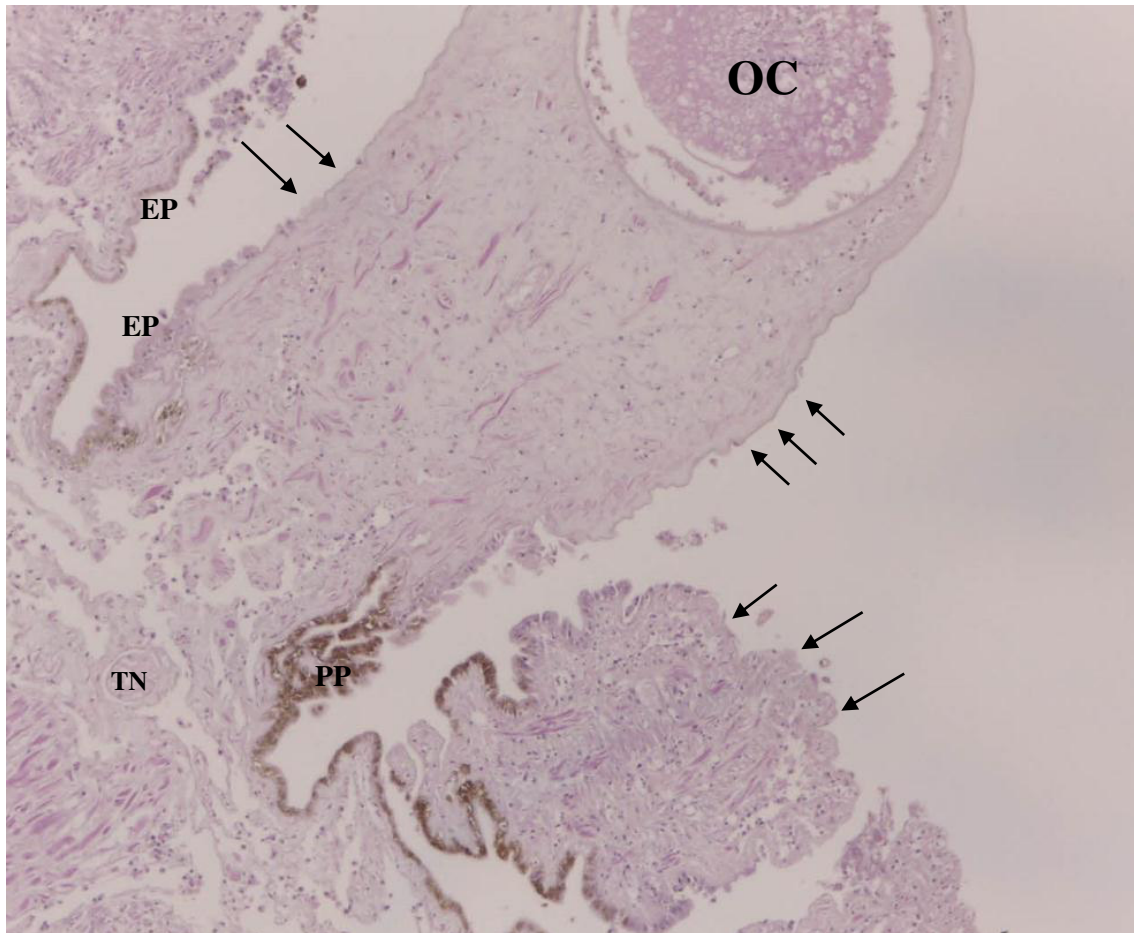
#### **4.1.4. Manto**

Se observaron diferentes grados de infiltración hemocítica disgregando el tejido conectivo afectando a 21 especímenes (60%) de los cuales 3 (8.6%) estaban afectados en un grado severo.

**Figura 12.** Manto. Posee un epitelio ciliado (EP) y células secretoras (flechas amarillas), compuesto por un tejido conectivo (TC) dispuesto de manera alveolar y fibras musculares (flechas punteadas), el cual esta infiltrado por leve cantidad de hemocitos a través de los senos hemolinfáticos, disgregándolos. 400x HE.



**Figura 13.** Manto. Epitelio cilíndrico del manto (EP) con leve pérdida de la citoarquitectura (flechas negras), ocelo (OC) y pigmentación parduzca (PP). Además, se observa un corte de tejido nervioso (TN) correspondiente a ganglio nervioso rodeado de tejido conectivo. 100x HE.



**Tabla 4.** Lesiones histológicas halladas en manto.

| GRADO                                       | Normal             | Escasa | Leve | Moderada | Severa | Total | %  |
|---|--------------------|--------|------|----------|--------|-------|----|
| LESIÓN                                      | Lesionadas<br>n=35 |        |      |          |        |       |    |
| Infiltración<br>hemocítica del<br>conectivo | 14/35              | 3      | 3    | 12       | 3      | 21/35 | 60 |
| Pérdida del<br>epitelio                     | 28/35              | 4      | 3    | 0        | 0      | 7/35  | 20 |

#### 4.1.5. Branquia

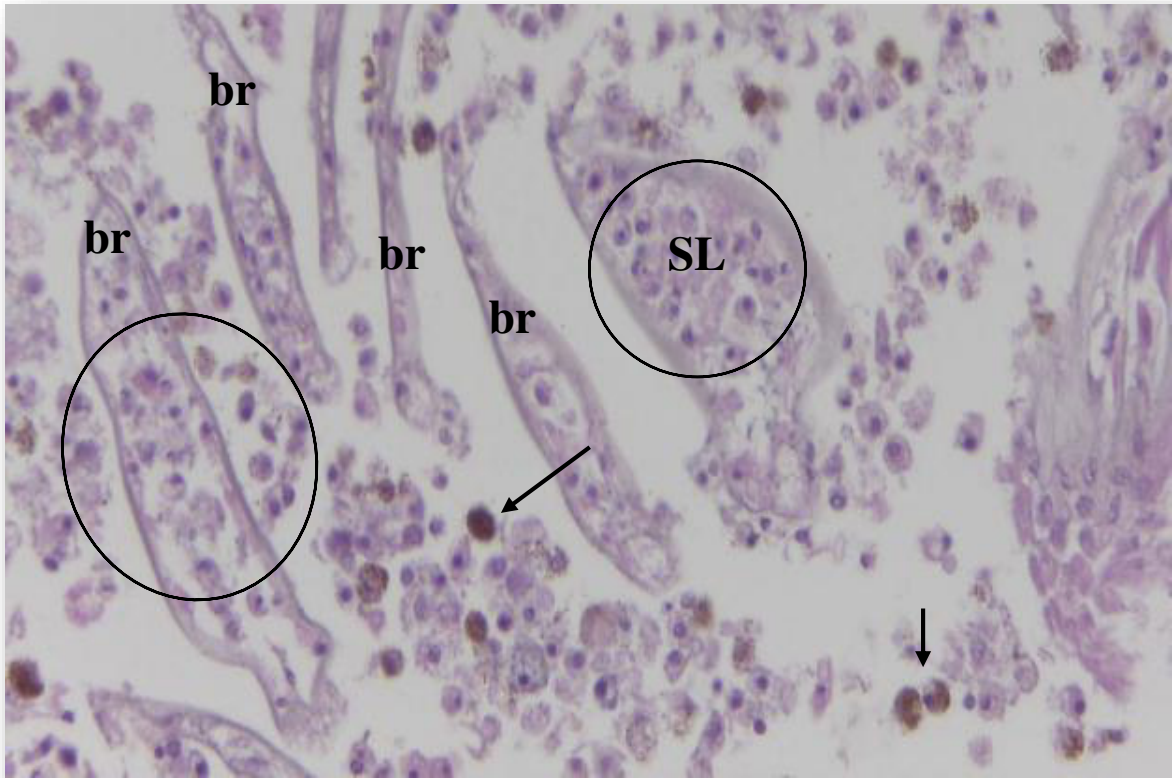
Se hallaron soluciones de continuidad y pérdida de la citoarquitectura en el epitelio del manto en 7 láminas (20%) en un grado escaso a leve.

El 54.3% de las muestras (19/35) presentaron células hemocíticas conteniendo una pigmentación parduzca en grado escaso a moderado; mientras que un 37.1% (13/35) presentaban la misma pigmentación, pero al nivel del tejido conectivo y epitelio de las lamelas.

Otras lesiones observadas fueron la infiltración de hemocitos al interior de la branquia, observada en el 37.1% (13/35) de las muestras en grados escaso (2/35), leve (3/35) y moderado (8/35). Así como la pérdida de la citoarquitectura de las branquias la cual se observó en un 45.7% (16/35) de las muestras.

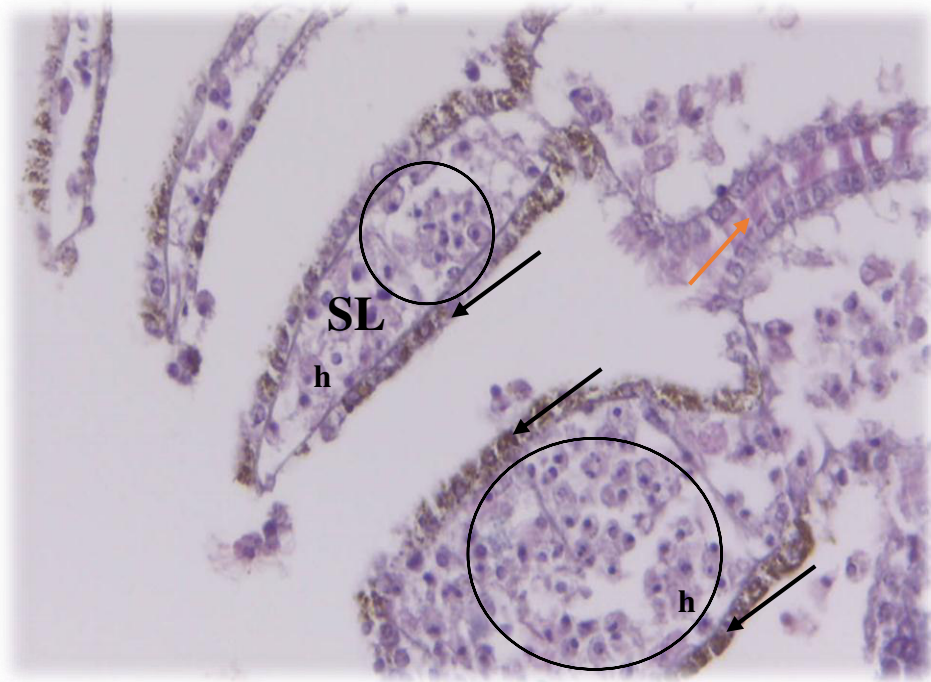
En 3 de las branquias de los especímenes (8.5%) se detectó la presencia de estructuras compatibles con organismos tipo rickettsiales.

**Figura 14.** Branquia. Leve presencia de hemocitos con pigmentación parda (flechas negras), y moderada presencia de hemocitos (círculo negro) al interior del seno hematolinfático (SL), como alrededor de las branquias (br) las cuales han perdido su epitelio. 400x HE.





**Figura 15.** Branquia. Moderada pigmentación parda del epitelio de las lamelas (flechas negras), y branquias con moderada infiltración, distendidas y congestionadas (círculos negros). Nótese como el seno hemolinfático (SL) contiene abundantes hemocitos (h). Se evidencia el tejido de adhesión entre filamentos (flecha naranja). 400x HE



**Figura 16.** Branquia. Severa pérdida del epitelio de la branquia, moderada pérdida de la citoarquitectura de la lamela con escasa presencia de RLO (flecha negra) y leve de hemocitos (flechas punteadas) sin afectar el seno hemolinfático (SL). 400x HE.



**Tabla 5.** Lesiones histológicas halladas en branquias.

| GRADOS                                     | Normal | Escaso | Leve | Moderada | Severa | Total lesionadas | %    |
|--|--------|--------|------|----------|--------|------------------|------|
| LESIÓN                                     |        |        |      |          |        |                  | n=35 |
| Infiltración hemocítica                    | 22/35  | 2      | 3    | 8        | 0      | 13/35            | 37.1 |
| Hemocitos con pigmentación parda           | 16/35  | 8      | 8    | 3        | 0      | 19/35            | 54.3 |
| Pigmentación parda del tejido de la lamela | 22/35  | 4      | 6    | 3        | 0      | 13/35            | 37.1 |
| Pérdida de citoarquitectura                | 19/35  | 2      | 5    | 9        | 0      | 16/35            | 45.7 |
| RLOs                                       | 34/35  | 3      | 0    | 0        | 0      | 3/35             | 8.6  |

#### 4.1.6. Glándula digestiva

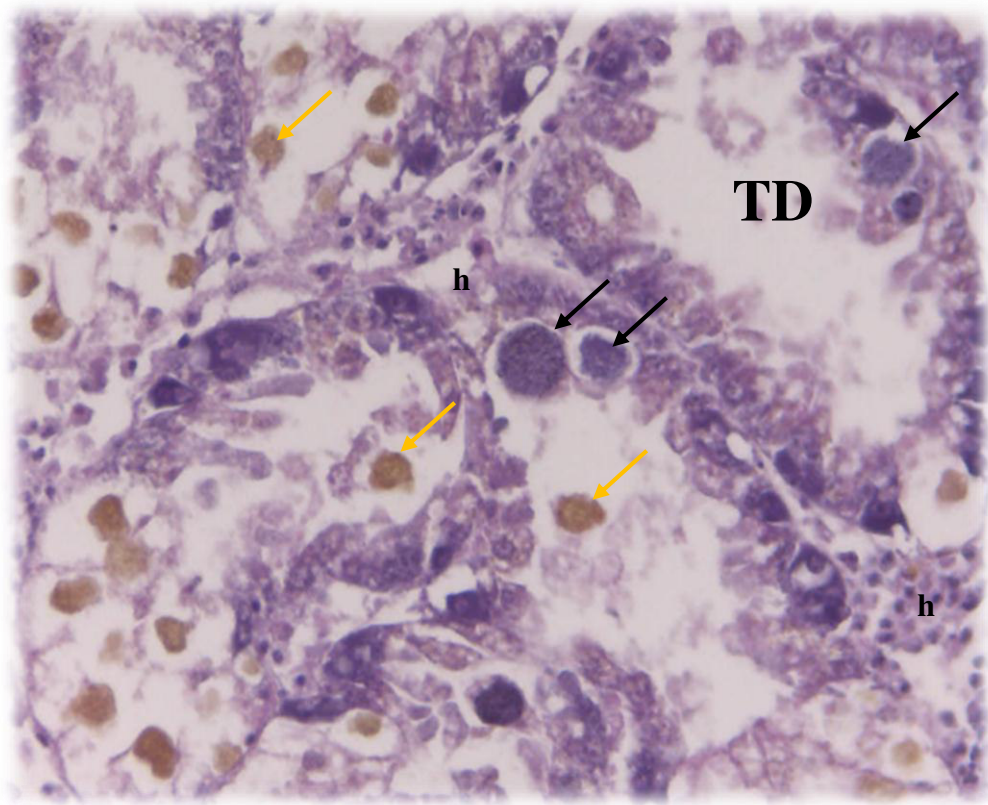
Un 54,3% (19/35) de las muestras de glándula digestiva poseía diverso grado de necrosis tisular, con pérdida de citoarquitectura y disgregación del tejido, siendo en 4 de estas, una necrosis de grado moderado.

Se observó infiltrado hemocítico en un 62.9% de las muestras (22/35) pudiendo ser de modo focalizado como difuso; siendo esta lesión la que afectó el mayor número de especímenes muestreados.

En este tejido se identificaron dos diferentes tipos de estructuras compatibles con microorganismos; los RLOs se observaron como estructuras redondeadas a poliédricas de tinción basófila con gránulos de tinción basófila a acidófila, detectados en un 28.6% de las muestras (10/35) en grado escaso y leve. Asimismo, se observaron estructuras redondeadas de núcleo excéntrico algunas veces poco definido, con una gran vacuola que abarca casi todo el citoplasma y desplaza el núcleo hacia la periferia, el cual se observa en algunas figuras en forma de media luna. Esta descripción resulta sugerente de

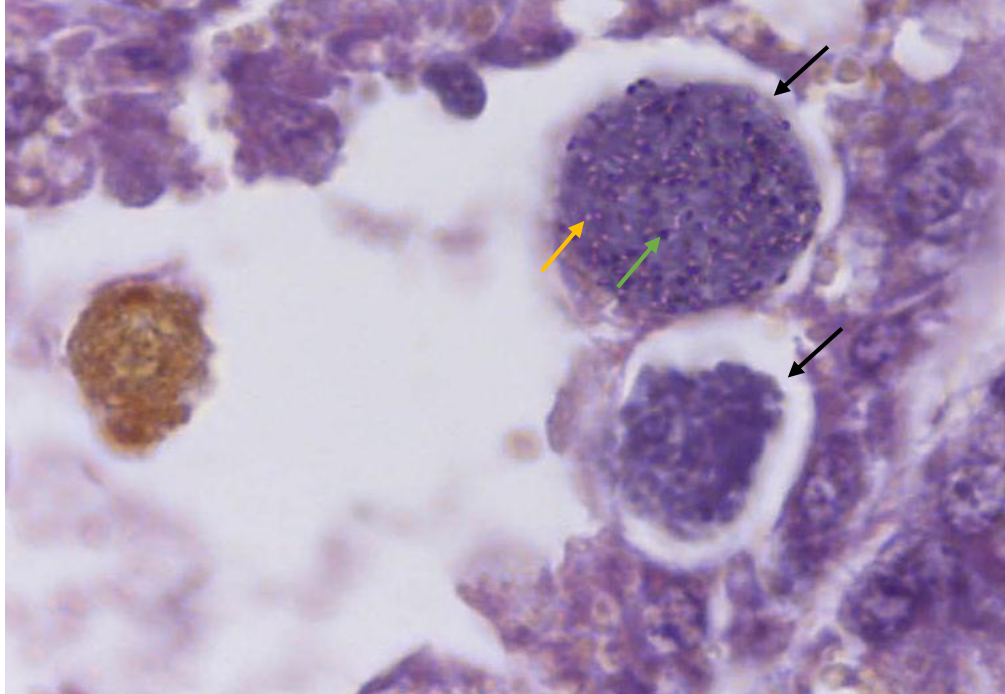
microorganismos del género *Perkinsus sp.*, observándose en un 25.7% (9/35) de las muestras en grados escasos, leves y moderado.

**Figura 17.** Glándula digestiva. Escasa presencia de estructuras poliédricas ligeramente redondeadas basófilas con gránulos basófilos y acidófilos compatibles con RLOs (flechas negras). Nótese la conformación túbulo-alveolar de la glándula con numerosas unidades secretoras llamadas túbulos digestivos (TD), los cuales se dilatan y presentan detritus producto de la degradación del alimento (flechas amarillas) y escasa presencia de hemocitos (h). 400x HE.

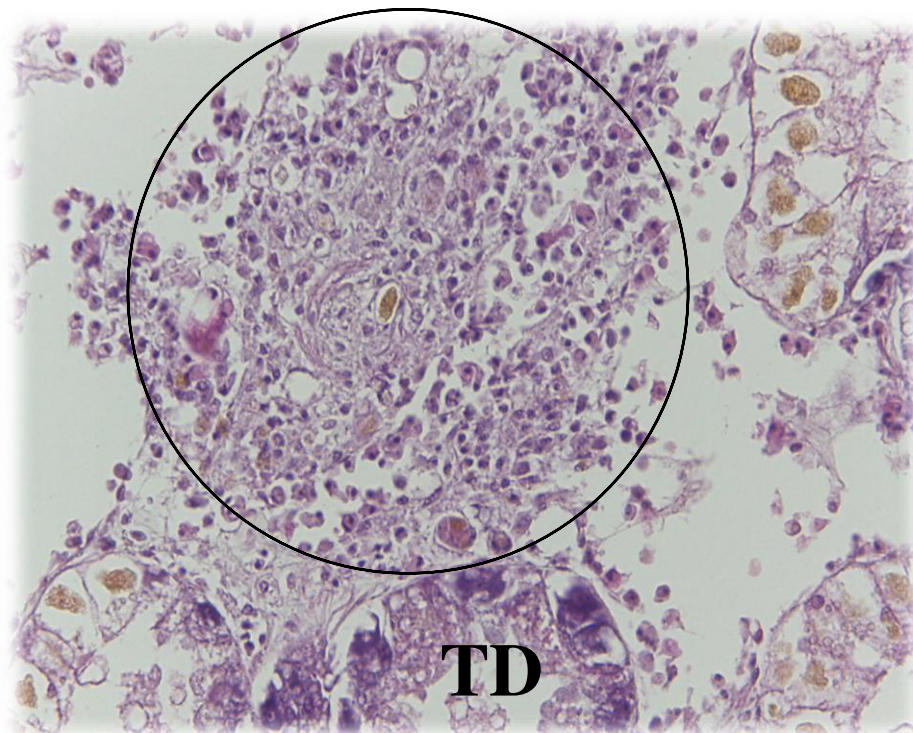




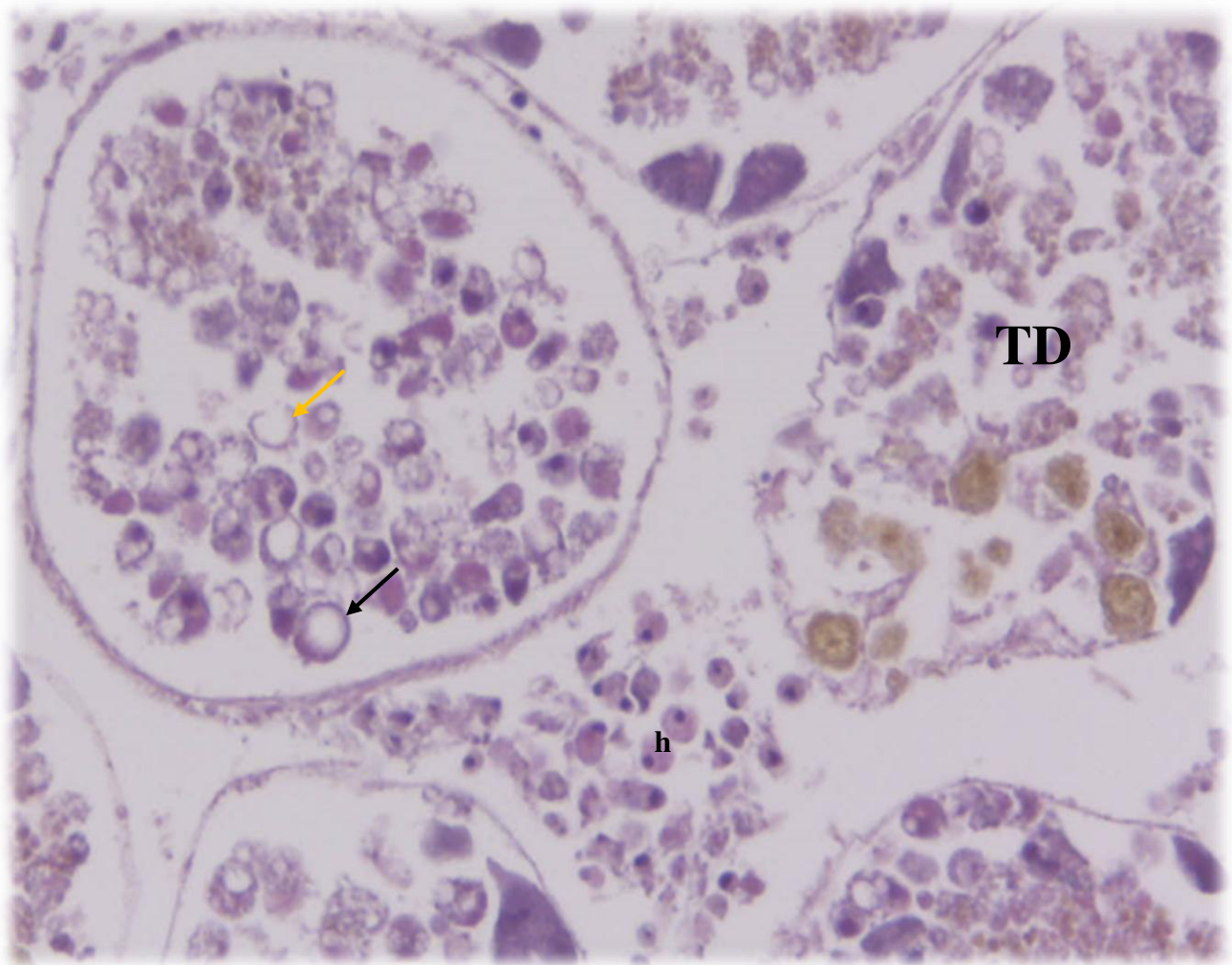
**Figura 18.** Glándula digestiva. Escasa presencia de estructuras poliédricas ligeramente redondeadas basófilas con presencia de gránulos basófilos (flecha verde) y acidófilos (flecha amarilla) compatibles con RLOs (flechas negras). 1000x HE.



**Figura 19.** Glándula digestiva. Infiltrado hemocítico focalizado (círculo negro) creando un granulocitoma en el túbulo digestivo (TD). 400x HE.



**Figura 20.** Glándula digestiva. Leve presencia de células redondeadas con gran vacuola citoplásmica que desplaza al núcleo a la periferia (flecha negra) dentro de túbulo digestivo (TD). Nótese como algunas células con gran vacuola empiezan a perder la continuidad del borde celular (flecha amarilla). Los túbulos digestivos se dilatan, moderada pérdida de la citoarquitectura y escasa presencia de hemocitos (h) entre los túbulos. 400x HE



**Tabla 6.** Lesiones histológicas halladas en glándula digestiva.

| GRADOS                        | Normal             | Escasa | Leve | Moderada | Severa | Total | %    |
|-------------------------------|--------------------|--------|------|----------|--------|-------|------|
| LESIÓN                        | Lesionadas<br>n=35 |        |      |          |        |       |      |
| Necrosis del tejido glandular | 16/35              | 12     | 3    | 4        | 0      | 19/35 | 54.3 |
| Células de gran vacuola       | 26/35              | 2      | 4    | 3        | 0      | 9/35  | 25.7 |
| Infiltrado hemocítico         | 13/35              | 8      | 9    | 5        | 0      | 22/35 | 62.9 |
| Organismos tipo rickettsiales | 25/35              | 10     | 0    | 0        | 0      | 10/35 | 28.6 |

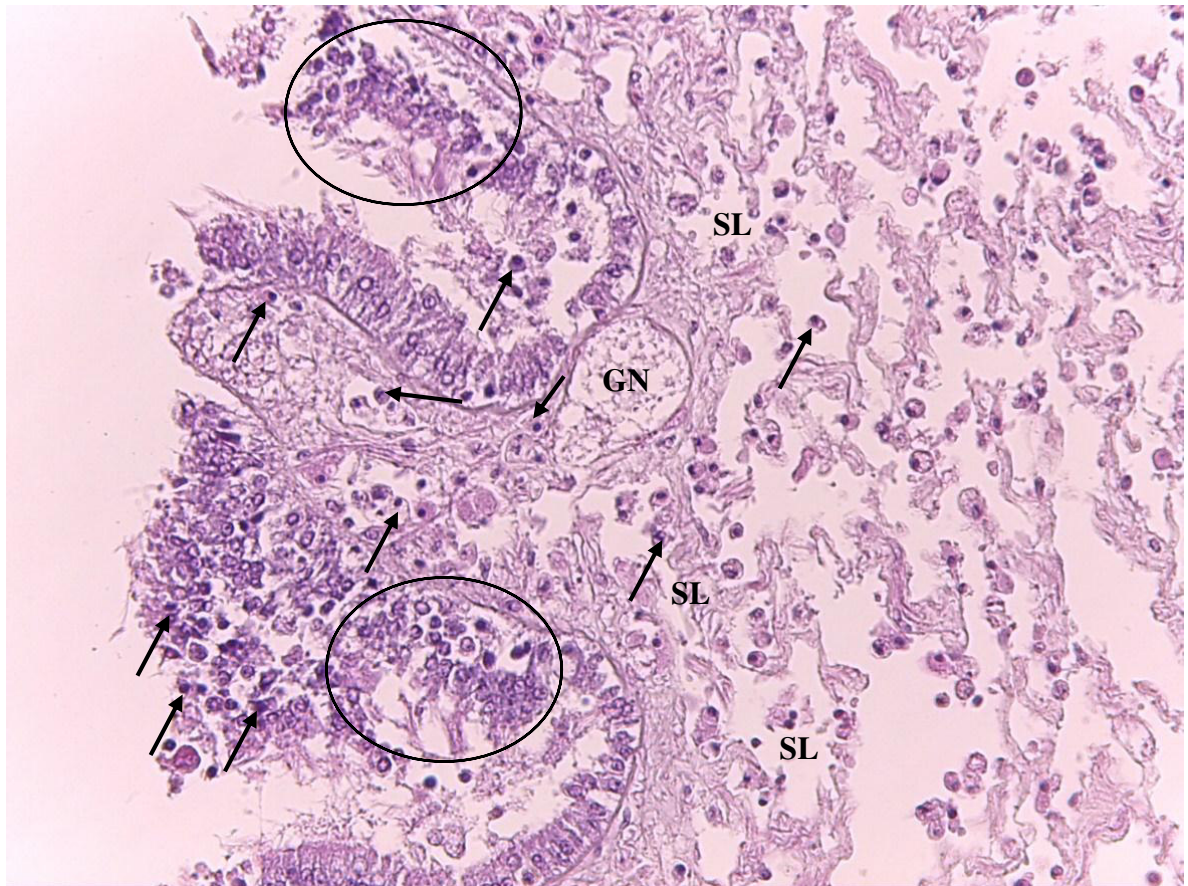
#### 4.1.7. Intestino

Se observó que un 51,4% de las muestras (18/35) experimentaban algún grado de necrosis llegando a ser severo en 3 de ellas. A su vez 40% de las muestras de intestino (14/35) poseían infiltración hemocítica.

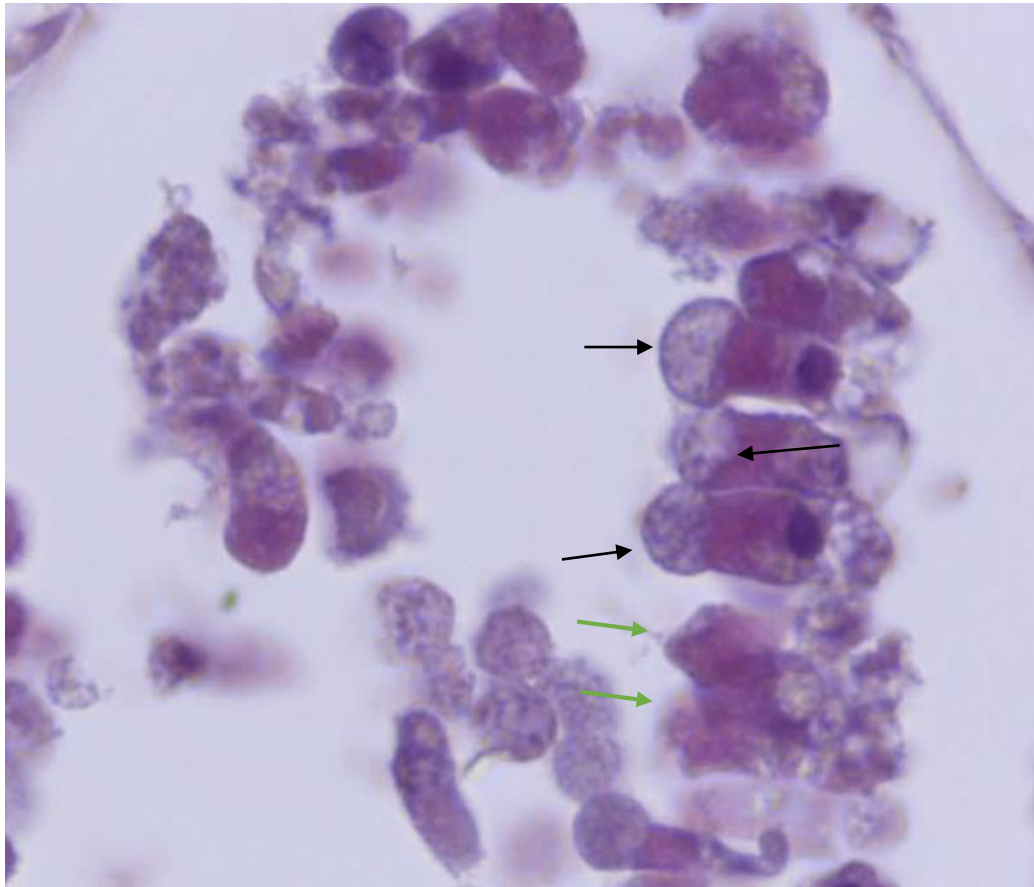
Se detectaron 5/35 (14.3%) muestras con presencia de estructuras poliédricas basófilas de gránulos basófilos compatibles con RLOs.



**Figura 21:** Intestino. Moderada necrosis del epitelio intestinal (circulo negro) con moderada infiltración hemocitaria (flechas negras). Obsérvese como se pierde el detalle celular de las zonas de necrosis epitelial y como los hemocitos migran desde los vasos linfáticos (SL) hacia el epitelio. Se evidencia ganglio neural (GN). 400x HE.



**Figura 22:** Intestino asociado a glándula digestiva. Grandes vacuolas (flechas negras) a nivel apical de las células cilíndricas de los túbulos primarios del intestino. Obsérvese las pequeñas inclusiones basófilas al interior de la vacuola y como algunas células del epitelio intestinal se encuentran lisadas (flechas verdes). 1000x HE.



**Tabla 7.** Lesiones histológicas halladas en glándula digestiva.

| GRADO                              | Normal             | Escaso | Leve | Moderado | Severo | Total | %    |
|------------------------------------|--------------------|--------|------|----------|--------|-------|------|
| LESIÓN                             | lesionadas<br>n=35 |        |      |          |        |       |      |
| Necrosis del epitelio de la mucosa | 17/35              | 1      | 6    | 8        | 3      | 18/35 | 51.4 |
| Infiltración hemocítica            | 21/35              | 2      | 3    | 7        | 2      | 14/35 | 40   |
| Organismos tipo rickettsiales      | 30/35              | 1      | 3    | 1        | 0      | 5/35  | 14.3 |

### 4.3. Microorganismos detectados

#### 4.3.1. Organismos tipo rickettsiales (RLOs)

Se detectaron en 8 de las 35 muestras (22.85%) como estructuras poliédricas basófilas con gránulos basófilos intensos y acidófilos y con un promedio de 13  $\mu\text{m}$  de diámetro, siendo los más pequeños de 8  $\mu\text{m}$  y los más grandes de hasta 17  $\mu\text{m}$  de diámetro.

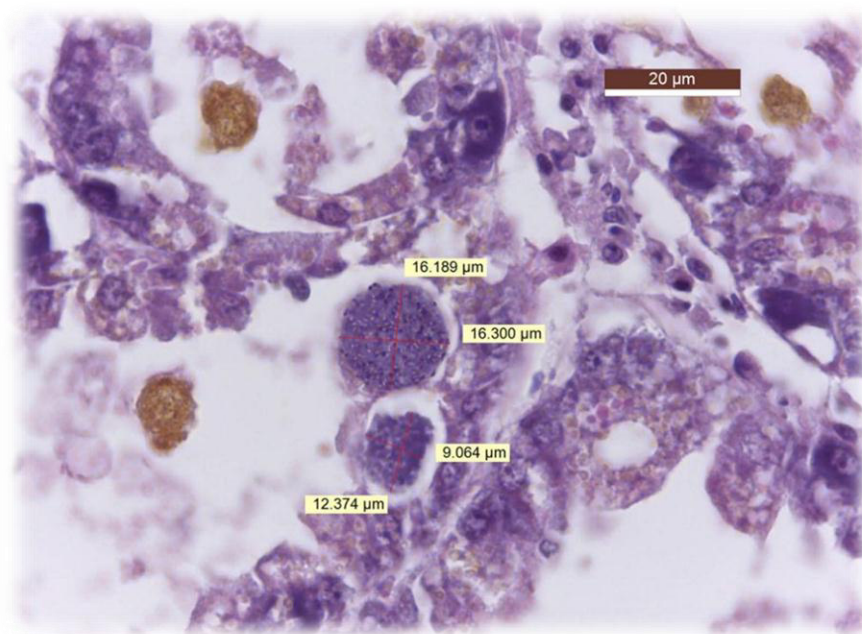
**Tabla 8.** Microorganismos detectados morfológicamente en las muestras procesadas.

| GRADO                         | Normal | Escaso | Leve | Moderado | Severo | Total            |
|-------------------------------|--------|--------|------|----------|--------|------------------|
| MICROORGANISMO                | n=35   |        |      |          |        |                  |
| Organismos tipo rickettsiales | 20/35  | 6      | 6    | 3        | 0      | 15/35<br>(42.9%) |

**Tabla 9.** Ubicaciones de los microorganismos identificados como RLOs.

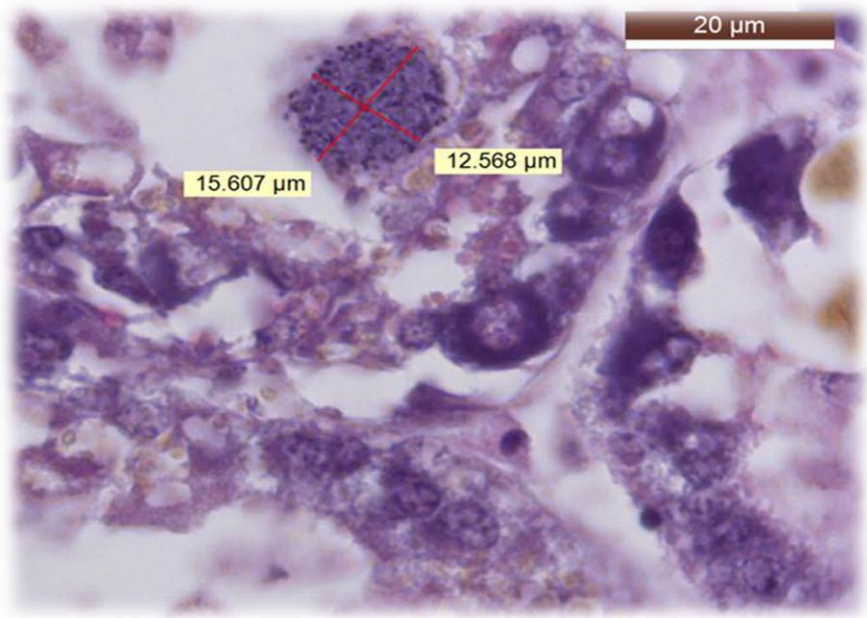
| UBICACIÓN                     | Glándula digestiva | Intestino       | Branquia       | Intersticio    | Nefridio       |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| HALLAZGO                      |                    |                 |                |                |                |
| Organismos tipo rickettsiales | 10/35<br>(28.6%)   | 5/35<br>(14.3%) | 3/35<br>(8.6%) | 1/35<br>(2.9%) | 2/35<br>(5.7%) |

**Figura 23.** Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de estructuras compatibles con Organismos tipo Rickettsiales. 400x HE.





**Figura 24.** Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de estructuras compatibles con Organismos tipo Rickettsiales. 1000x HE.



**4.3.2. Células con gran vacuola**

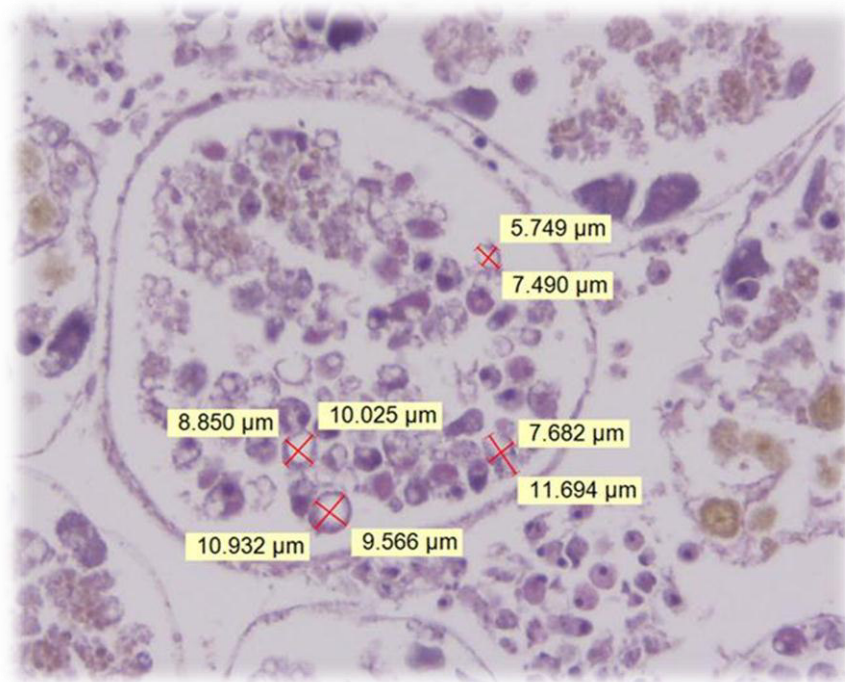
Se observaron en 9 de los 35 especímenes (25.7%) células redondeadas de diversos tamaños que variaban desde los 4μm hasta los 12 μm de diámetro que presentaban una vacuola de borde nítido y apariencia vacía, de gran tamaño que abarcaba gran parte del citoplasma y empujaba al núcleo hacia la periferia haciendo, en algunos casos, que este tenga forma de media luna. Estas células fueron ubicadas en los túbulos de la glándula digestiva y comúnmente estaba rodeada de tejido degradado.

**Tabla 10.** Ubicaciones de las estructuras identificadas como células con gran vacuola.

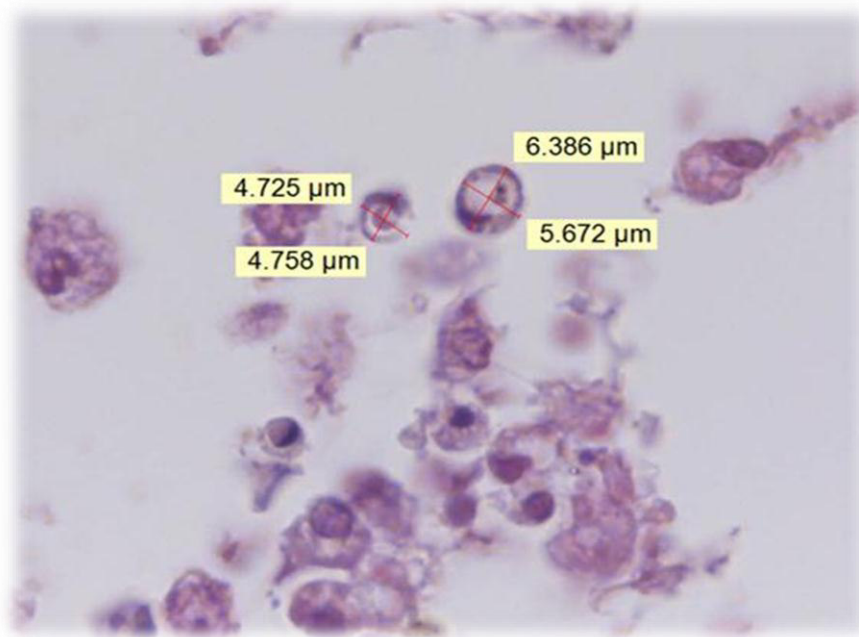
| UBICACIÓN              | Glándula digestiva |
|------------------------|--------------------|
| HALLAZGO               |                    |
| Célula de gran vacuola | 9/35 (25.7%)       |



**Figura 25:** Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de células con gran vacuola. 400x HE.



**Figura 26:** Glándula digestiva. Mediciones con software LEICA SYSTEMS de células con gran vacuola. 1000x HE.



## V-DISCUSIÓN

La gran mayoría de las muestras estudiadas presentan lesiones asociadas a procesos inflamatorios en diversos grados, ya sea infiltración hemocítica (37.1% en branquia, 62.9% en glándula digestiva, 40% en intestino, 42.9% en músculo aductor, 60% en manto y 34.3% en gónada femenina), pérdida de citoarquitectura del tejido en mención (54.3% en glándula digestiva, 14.3% en gónada femenina, 20% en manto, 20% en músculo aductor, 51.4% en intestino y 45.7% en branquia) o melanización del tejido (37.1% en branquia). Todas estas lesiones obedecen a la respuesta del organismo ante una noxa, la cual en este caso ha producido respuestas sistémicas involucrando a casi todos los tejidos.

Este proceso inflamatorio parece estar asociado a la presencia de los organismos identificados morfológicamente como Organismos tipo Rickettsiales (RLOs), los cuales se hallaron principalmente en glándula digestiva, intestino y branquias; esta ubicación coincide con infecciones en otros moluscos bivalvos documentadas por autores como Figueras y Novoa (2011) quienes mencionan infecciones en branquias de *Pecten maximus* e infecciones generalizadas de branquias, manto, glándula digestiva e intestinos en la ostra *Pinctada máxima*.

En el intestino se observaron grandes infiltraciones hemocítica (14/35) llegando a ser de intensidad severa en dos de los animales, y aunque no se identificaron a las microcolonias de RLOs en todas las muestras, en las que si se observaron estos microorganismos (5/35), hubo asociación a moderadas infiltraciones hemocítica y pérdida de la citoarquitectura del epitelio intestinal. Además se observaron células cilíndricas del epitelio con gran vacuola a nivel apical el cual contenía pequeñas inclusiones basófilas y que en algunos casos lisaba a la célula. Esta última descripción es compatible con organismos intracelulares que se reproducen al interior de la célula y luego la lisan, como lo observado en las rickettsias.

En las glándulas digestivas mejor conservadas se observaron colonias de RLOs a nivel de los túbulos y tejido glandular sin infiltración hemocítica que los rodee, y comúnmente aislados del resto del tejido. Sin embargo, más de la mitad de las muestras (19/35) presentaba diferentes grados de necrosis e infiltración hemocítica, así como otros cambios degradativos del tejido; esto podría haber afectado la capacidad de poder identificar a las microcolonias.

Las branquias también son un órgano diana para las infecciones por organismos procariontes en moluscos bivalvos como se muestra en los trabajos de Cano *et al.* (2018) en *Pecten maximus*. En este órgano también se encontraron cambios producto de la reacción inflamatoria del organismo, observándose infiltraciones hemocíticas que invadían el estroma de las lamelas (13/35) y pérdida de su citoarquitectura (16/35). Adicionalmente, se observó al interior de las células del epitelio de las branquias y en hemocitos depósitos de melanina, pigmento que participa, según Figueras y Novoa (2011), como mecanismo de defensa, resultando tóxico para los microorganismos invasores. Se identificaron RLOs en solo 3/35 láminas, pero se le observó asociados a infiltración hemocítica y degradación del epitelio de las lamelas. De la misma manera que en intestino, el grado de degradación del órgano puede haber influenciado en la identificación de las microcolonias.

El hallazgo de infiltrados hemocíticos en branquias 37.1% (13/35) y glándula digestiva 22.9% (8/35) coinciden con los estudios previos en la especie como los de Campalans *et al.* (2005) quienes hallan hasta un 13% de muestras con infiltrado en branquias y 18% con infiltrado en glándula digestiva o los de Campalans *et al.* (2010) quienes encuentran hasta un 13% de infiltrado en branquias y un 7% de infiltrado en glándula digestiva. Sin embargo, en ninguno de estos estudios previos estos infiltrados se asocian con degradación del tejido o pérdida de la citoarquitectura tisular.

Las lesiones en manto podrían obedecer a la situación anatómica del órgano, el cual se encuentra fuertemente ligado a las branquias. El infiltrado hemocítico observado (21/35) aparecería, ya que la ruta normal para la migración de hemocitos hacia zonas lesionadas es el tejido conectivo del manto; por esta razón, se observó en las presentes muestras, infiltrados en cantidades moderadas que llegaban a producir la alteración del tejido. A nivel del epitelio del manto se observó pérdida del epitelio (7/35). Al ser el manto un órgano delicado y friable, estas pérdidas de epitelio podrían estar asociadas a una exfoliación producto del muestreo ya que esta pérdida de epitelio no evidencia alteraciones celulares que puedan evidenciar necrosis.

Las lesiones en gónada femenina podrían obedecer al mismo causante de la reacción sistémica de los animales muestreados. Se aprecian infiltraciones hemocíticas en 11/35 muestras, y se pudo observar que las muestras que presentaban esta lesión son las que estaban asociadas a intestinos lesionados. Por otro lado, la gran cantidad de especímenes

con diferentes grados de folículos atrésicos (80%) sugieren un evento de desove previo al muestreo.

En la gónada masculina se observaron zonas de disgregación del tejido gonadal en 8/35 (22.9%) de las muestras, lo cual podría responder a un evento de desove previo. También se observaron en dos láminas, colonias de RLOs en el estroma asociados a este órgano, lo cual hace pensar que las colonias estaban distribuyéndose sistémicamente a través de los vasos linfáticos.

En total se identificaron organismos tipo rickettsiales (RLOs) en un 42.9% (15/35) de las muestras. Este mismo parásito ha sido detectado en concha de abanico en porcentajes similares en otros estudios como el de Lohrmann (2009) que lo detectó hasta en un 56% de las muestras de una región de Chile o Campalans *et al.* que los detectaron en hasta un 10% en el 2005 y hasta un 75.8% en su estudio del 2011.

En contraste con las presentes muestras, en los estudios de Campalans *et al.* (2011), este microorganismo se hallaba en una cantidad leve y sin reacción inflamatoria visible al corte histológico. De esto se infirió que el hallazgo, en ese estudio, no representó una condición patológica; a diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio donde las infiltraciones hemocítica a nivel de branquias, glándula digestiva e intestino, además de su proliferación sistémica hacia otros órganos como las gónadas, hacen sugerente la condición patológica de esta infestación. Campalans *et al.* (2011) señalan que en infestaciones más serias, este microorganismo si podría representar un riesgo sanitario. Esto es respaldado por Figueras y Novoa en el 2011 quienes describen a los RLOs como microorganismos de baja virulencia, que no generan daños a los tejidos cuando están presentes en cantidades leves; sin embargo, al encontrarse mayor cantidad de colonias, estas si pueden generar daño por acción mecánica sobre el tejido que las soporta.

Cabe señalar que existen otras causas posibles para el evento de inflamación y necrosis inespecífica que están experimentando varios de los órganos de los animales muestreados; estando entre ellos bacterias del género *Clamidia* que afecta al epitelio del tracto digestivo y branquias (CESAIBC, 2003; Morrison y Shum, 1982); así como las condiciones ambientales y calidad del agua a la cual estuvieron sometidos los animales, siendo la presencia de dinoflagelados (microalgas) en su entorno, una causa de intoxicación de moluscos bivalvos que causaría consecuencias histológicas similares:

infiltrado en branquias, melanización de manto y branquias; como se presenta en el trabajo de Escobedo-Lozano *et al.* (2012).

De la misma manera, se detectaron estructuras que se asemejan a células con gran vacuola que ocupa gran parte de su citoplasma y que en algunos de los casos empujaba el núcleo hacia la periferia. Estos microorganismos se asemejan a protozoarios del género *Perkinsus* quienes cumplen con las mismas características morfológicas y medidas; estos microorganismos se detectaron en los túbulos de la glándula digestiva. Los organismos tipo *Perkinsus sp.* se detectan normalmente a la histología en el tejido conectivo o epitelio intestinal (Organización Mundial de Sanidad Animal, 2016). No obstante, Ordas (2000) en su tesis doctoral, evalúa histopatológicamente a almejas infectadas con *Perkinsus sp.*, y describe a los trofozoítos a nivel de branquias, tejido conectivo adyacente al epitelio digestivo y túbulos digestivos. Cabe señalar que en estos casos, los trofozoítos están asociados a fuertes infiltraciones hemocitarias y encapsulación de los agentes patógenos llegando a mostrar disgregación del tejido en infecciones muy intensas, situación que no se aprecia en las láminas muestreadas. En adición a esto, muchas de las células vacuoladas no tenían bordes definidos e incluso se encontraban lisadas, con lo cual también se asemejaban a células que experimentan autólisis. Por lo tanto, se requieren de estudios más especializados para poder identificar correctamente estas estructuras ya que el estudio histopatológico resulta algo sugerente mas no definitivo de la presencia del parásito.

## VI-CONCLUSIONES

1. Se concluye que el presente grupo de conchas de abanico estudiadas presentaban lesiones histológicas que afectaban diversos tejidos en su mayoría asociados a eventos del tipo inflamatorio como el infiltrado hemocítico, la necrosis tisular y la melanización de los tejidos o células.
2. Se identificaron morfológicamente parásitos procariontes compatibles con organismos tipo rickettsiales (RLOs) en los tejidos de la glándula digestiva, intestinos y branquias.
3. Por la localización de las lesiones y la presencia del parásito en los tejidos lesionados, uno de los principales agentes sospechosos de ser los causantes de las alteraciones histológicas son los RLOs.
4. Los órganos más afectados por las lesiones fueron las glándulas digestivas, los intestinos y las branquias las cuales se presentaron en su mayoría con gran pérdida de su citoarquitectura.

## LITERATURA CITADA

**Acedo, J. y Flores, J. 2015.** Efecto de la temperatura en respuestas fisiológicas de la concha de abanico *Argopecten purpuratus*. *Rev. Perú Biol.* vol.22, no.3, p 329-334.

**Alcázar, Z. Juan, A. Mendo, J. 2008.** Crecimiento y supervivencia de juveniles de *Argopecten purpuratus* en sistemas de fondo y suspendido en la zona de Casma, Perú. *Ecol. apl.* vol.7, no.1-2, p 71-80.

**Arce, D. y Mendo, J. 2014.** Efecto de *Ulva* Spp. sobre el crecimiento y supervivencia de *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Paracas. *Ecol. apl.* vol.13, no.2, p 193-204.

**Avendaño, M. y Cantillánez, M. 2008.** Aspectos biológicos y poblacionales de *Argopecten purpuratus* en la reserva marina La Rinconada: contribución para su manejo. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección

futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. Puerto Montt, Chile. No. 12. Roma, FAO. p 249–266.

**Balducci N. y Mendo J. 2011.** Variación circadiana de la tasa de respiración y filtración de *Argopecten purpuratus* en la Bahía de Sechura, Piura, Perú. Libro de resúmenes del Seminario “Bases científicas para el manejo y repoblamiento de la concha de abanico en la Bahía de Sechura”. Piura. p 45-50

**Bermúdez, P. Maidana, J. Aquino, H, Palomino, A. 2007.** Manual de cultivo suspendido de concha de abanico. Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas del Acuerdo de Colaboración Interinstitucional AECI/PADESPA-FONDEPES. Lima, Perú. 98 p.

**Cáceres, J. y Vásquez, R. 2008.** La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos para la producción de bivalvos en América Latina. FAO: Actas de Pesca y Acuicultura. Roma. p 327–337.

**Campalans, M. Cañete, J. Guerrero, I. Campalans, J. Rocha, E. Riquelme, P. Tapia, E. Medina, M. Palacios, M. 2010.** Estudio epidemiológico de las poblaciones de ostión del norte silvestre y en cultivo en la III y IV regiones del país. Valparaíso, Chile. 275 p.

**Campalans, M. Rojas, P. Guerrero, I. Pascual, J. Sepúlveda, J. 1997.** Desarrollo de un programa de detección y tratamiento de enfermedades en moluscos cultivados en Chile. Informe final FIP 1995-32.

**Campalans, M. Rojas, P. Campalans, J. 2005.** Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación a las enfermedades de alto riesgo. Informe final FIP 2003-27. 275 p.

**Cano, I. Aerle, R. Ross, S. Verner-Jeffreys, D. Paley, R. Rimmer, G. Ryder, D. Hooper, P. Stone, D. Feista, S. 2018.** Molecular Characterization of an Endozoicomonas-Like Organism Causing Infection in the King Scallop (*Pecten maximus* L.). Applied and Environmental Microbiology 84:e00952-17.

**Castañeda, V. Zeballos, S. Eyerbe, R. Jimenez, C. 2008.** Acondicionamiento de reproductores y obtención de semillas de concha de abanico *Argopecten purpuratus*

(Lamarck, 1819), en un sistema controlado experimental en el puerto de Ilo. Informe de anual del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) sede regional – Ilo. Ilo, Peru. 37p

**Cavero, P. y Rodríguez, P. 2008.** Producción sostenida de moluscos bivalvos en el Perú: acuicultura y redoblamiento. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 209–218.

**Cisneros, R. Bautista, J. Argüelles, J. 2008.** Crecimiento comparativo de la concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en sistemas suspendidos. Ecol. apl., Dic 2008, vol.7, no.1-2, p.81-87.

**Comité estatal de sanidad acuícola e inocuidad de Baja California (CESAIBC). 2003.** Diagnóstico de situación sanitaria acuícola del estado de Baja California: Moluscos bivalvos. [Internet], [1 setiembre 2016]. Disponible en: <http://www.cesaibc.org/pdf/infointeres/moluscos/DIAGNOSTICOMOLUSCOS.pdf>

**Escobedo-Lozano, A. Estrada, N. Ascencio, F. Contreras, G. Alonso-Rodriguez, R. 2012** Accumulation, biotransformation, histopathology and paralysis in the Pacific Calico Scallop *Argopecten ventricosus* by the paralyzing toxins of the dinoflagellate *Gymnodinium catenatum*. Marine drugs 10, 1044-1065. Basel, Suiza. p1044 - 1065.

**Figueras A., Novoa B. 2011.** Enfermedades de moluscos bivalvos de interés en acuicultura. Publicaciones científicas y tecnológicas de la Fundación Observatorio Español de Acuicultura. Madrid. 541 p.

**Gonzales M. y Arenas G. 2002.** Caracterización de la respuesta inmune en el ostión del norte *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) (Mollusca: Bivalvia). Ciencias marinas 28(3). Valparaíso, Chile. 247-255 p.

**IFREMER, 2011.** Molluscs processing for diagnosis by histology. Laboratory Guidelines. 3<sup>rd</sup> ed. La Tremblade, France. 7 p.

**Jorquera M., Silva F., Riquelme C. 2001.** Bacteria in the culture of the scallop *Argopecten purpuratus*. Aquaculture International 9. Netherlands. 285–303 p

**Kanagusuku, K. 2009.** Evaluación de los bioincrustantes presentes en sistemas de cultivo suspendido de *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) “concha de abanico”



en la bahía de Samanco – Chimbote. Tesis de pregrado. Universidad Ricardo Palma, Facultad de Biología. Lima, Perú. 47p.

**Leavitt, D. Karney, R. Surier, A. 2010.** Biology of the bay scallop. NRAC publication N° 213-2010. Maryland, EEUU. 8 p.

**Loayza, R. y Tresierra, A. 2014.** Variación del “biofouling” en linternas de cultivo de “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Ancash, Perú. Ciencia y Tecnología, Año 10, N° 2, 2014, p 19-34.

**Lohrmann, K. 2009.** How healthy are cultivated scallops (*Argopecten purpuratus*) from Chile? A Histopathological Survey. Revista de Biología Marina y Oceanografía 44(1): 35-47.

**Lohrmann, K. Brand, A. Feist, S. 2002.** Comparison of the parasites and pathogens present in a cultivated and in a wild population of scallops (*Argopecten purpuratus* Lamarck, 1819) in Tongoy Bay, Chile. J. Shellfish Res., 21(2): 557-561.

**Lovatelli, A. Farias, A. Uriarte, I. 2007.** Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: Factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller técnico regional de la FAO. Puerto Montt, Chile. 359 p.

**Marin A., Fujimoto T., Arai K. 2012.** Genetic structure of the Peruvian scallop *Argopecten purpuratus* inferred from mitochondrial and nuclear DNA variation. Marine genomics. 9. p 1-8

**Mendo, J. Wolff, M. Carbajal, W. Gonzáles I. Badjeck, M. 2008.** Manejo y explotación de los principales bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa Peruana. FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 12. Roma, FAO. pp. 101–114.

**Mendo, J. Wolff, M. 2003.** El impacto de El Niño sobre la producción de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en bahía Independencia, Pisco, Perú. Ecología Aplicada, 2(1). p51-57

**Ministerio de Producción (PRODUCE), 2009.** Estudio de línea base en el ámbito marino de bahía de Samanco. Informe Final. Chimbote. 96p.

**Ministerio de Producción (PRODUCE), 2016.** Anuario estadístico pesquero y acuícola. Informe Final. 193p.

**Morrison, C. Shum, G. 1982.** Chlamydia-like organisms in the digestive diverticula of the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lmk). Journal of Fish Diseases 1982, 5. p 173-184.

**Navarro, J. 2001.** Fisiología energética de pectínidos iberoamericanos. Los moluscos pectínidos de iberoamérica: ciencia y acuicultura. Capítulo 3: p61 - p76.

**Ordas, M. 2000.** Estudio del efecto de Perkinsus sobre el sistema inmune de la almeja fina (*Ruditapes decussatus*). Tesis doctoral. Universidad de Vigo, Facultad de ciencias. 153 p.

**Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES). 2016.** Programa oficial de vigilancia y control de enfermedades en animales acuáticos. P01-SDSNA-SANIPES. 12p.

**Organización Mundial de Sanidad Animal. 2016.** Manual acuático. 7ª edición. [Internet], [1 setiembre 2016]. Disponible en: <http://www.oie.int/es/normas/manual-acuatico/>

**Pacheco, A. y Garate, A. 2005.** Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en Bahía Samanco, Perú. Ecol. apl. vol.4, no.1-2, p.150-152.

**Reimschuessel, R. Bennett, R. Lypsky, M. 1992.** Communications: a classification system for histological lesions. J Aquatic Anim Hlth 4: 135-143. DOI:10.1577/1548-8667(1992)004<0135:-CACSFH>2.3.CO;2.

**Riquelme, C. Hayashida, G. Toranzo, A. Vilches, J. Chávez, P. 1995.** Pathogenicity studies on a *Vibrio anguillarum* related (VAR) strain causing an epizootic in *Argopecten purpuratus* larvae cultured in Chile. Disease Aquatic Organism 22: 135-141.

**Riquelme, C. Hayashida, G. Vergara, N. Vásquez, A. Morales, Y. Chávez, P. 1995.** Bacteriology of the scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) cultured in Chile. Aquaculture 138(1): 49-60.

**Riquelme, C. Toranzo, A. Barja, J. Vergara, N. Araya, R. 1996.** Association of *Aeromonas hydrophila* and *Vibrio alginolyticus* with larval mortalities of scallop (*Argopecten purpuratus*). Journal of Invertebrate Pathology 67: 213- 218.

**Rojas, R. Miranda, C. Amaro, A. 2009.** Pathogenicity of a highly exopolysaccharide-producing *Halomonas* strain causing epizootics in larval cultures of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). Microbial Ecology 57: 129-139.

**Rojas, R. Miranda, C. Opazo, R. Romero, J. 2014.** Characterization and pathogenicity of *Vibrio splendidus* strains associated with massive mortalities of commercial hatchery-reared larvae of scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). Journal of Invertebrate Pathology 124C: 61-69.

**Sun, J. Wu, X. 2004.** Histology, ultrastructure, and morphogenesis of a rickettsia-like organism causing disease in the oyster, *Crassostrea ariakensis* Gould. Journal of Invertebrate Pathology 86 (2004) p77–86.

**Tenorio, J. 2016.** Condiciones físicas oceanográficas en la Bahía Samanco y su influencia en la distribución del recurso concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en los años 1997-2000. Tesis de pregrado. UNAC. 113p.

**Von Brand, E. 2009.** Métodos de evaluación de ploidia. 2° taller de mejoramiento de semillas de concha de abanico. 26p. [Internet], [1 setiembre 2018]. Disponible en: [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs\\_taller/talleres\\_2/43.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs_taller/talleres_2/43.pdf)

## APÉNDICE

**Anexo 1.** Principales agentes que afectan la salud de los pectínidos. Fuente: Campalans *et al.*, 2010.

| Tipo de organismo         | Organismo                   | Especies de molusco bivalvos afectadas | Tejido objetivo / Importancia   | Técnica de detección             |
|---------------------------|-----------------------------|--|---|----------------------------------|
| ALGAS                     | <i>Coccomyxa parasitica</i> | <i>Placopecten magellanicus</i>        | Tejidos periféricos del manto   | Histología                       |
| VIRUS                     | Partículas tipo virus       | <i>Pecten novaezelandiae</i>           | Lesiones en el epitelio de la glándula digestiva  | MET – Histología (solo lesiones) |
| RICKETTSIAE & CHILAMYDIAE | Rickettsiales               | <i>Pecten maximus</i>                  | Necrosis en branquias de pectínidos nativos, asociada a mortalidades masivas                            | Histología                       |
|                           |                             | <i>Placopecten magallanicus</i>        | Branquias   | Histología                       |
|                           |                             | <i>Patinopecten yessoensis</i>         | Branquias   | Histología                       |
|                           |                             | <i>Argopecten irradians</i>            | Riñones Branquias   | Histología                       |
|                           | Chlamydiae                  | <i>Argopecten irradians</i>            | En epitelio digestivo. Mortalidades en semillas criadas en hatchery                                     | Histología                       |
| Bacteria                  | <i>Vibrio spp.</i>          | Larvas (todas las especies)            | La vibriosis es un problema bastante común y bastante diseminado en la crianza de larvas de pectínidos. | Microbiología                    |

|           |  |  |  |                             |
|-----------|--|--|--|-----------------------------|
| HONGOS    | <i>Homodendrum</i><br><i>sp. Sirolipidium</i><br><i>zoophthorum</i>                | <i>Placopecten</i><br><i>magellanicus</i><br><i>Argopecten</i><br><i>irradians</i>   | Músculo abductor<br>Mortalidades en<br>larvas de cultivo   | Histología<br>Microbiología |
| PROTOZOOS | <i>Lechnophora</i><br><i>auerbachii</i><br><i>Pseudoklossia</i><br><i>pectinis</i> | <i>Aequipecten</i><br><i>opercularis Pecten</i><br><i>maximus Argopecten</i><br><i>irradians</i><br><i>Argopecten gibbus</i> | Daño al ojo<br>Daño al tejido renal<br>Tejidos digestivos.<br>Asociado a<br>mortalidades en<br>pectínidos nativos                      | Histología                  |
|           | Haplosporidio<br>no identificado   | <i>Argopecten</i><br><i>irradians</i>  | Tejido conectivo.<br>Asociado a<br>mortalidades en<br>pectínidos de cultivo  | Histología                  |
|           | <i>Perkinsus</i><br><i>karlsoni</i>  | <i>Argopecten</i><br><i>irradians</i>  | Tejido conectivo.<br>Asociado a<br>mortalidades en<br>pectínidos de cultivo  | Histología                  |
|           | <i>Perkinsus</i><br><i>qugwadi</i>   | <i>Patinopecten</i><br><i>yessoensis</i>   | Tejido conectivo.<br>Asociado a<br>mortalidades en<br>pectínidos de cultivo  | Histología                  |
|           | <i>Nematopsis spp.</i>   | <i>Patinopecten</i><br><i>yessoensis</i>   | Diseminación amplia<br>en etapas de vida<br>intermedias, en<br>distintas especies  | Histología                  |
|           | <i>Trichodina spp.</i>   | Diseminación<br>amplia en etapas de<br>vida intermedias, en<br>distintas especies  | Afecta branquias por<br>irritación cuando<br>están en gran<br>cantidad   | Histología y<br>citología   |
| ESPONJAS  | <i>Cliona spp</i>  | Diseminación<br>amplia en etapas de<br>vida intermedias, en<br>distintas especies  | Diseminación amplia<br>en diferentes<br>especies. Crece y<br>forma agujeros y<br>túneles en la concha.<br>Generalmente<br>provoca bajo | Simple vista<br>Citología   |

|            |                                |  |  |                          |
|------------|--------------------------------|--|--|--------------------------|
|            |                                |  | impacto en el huésped  |                          |
| HIDROZOOS  | <i>Hydractinia echinata</i>    | <i>Placopecten magellanicus</i>  | Deformaciones en la concha   | Microscopía              |
| CESTODOS   | Formas larvales                | Todos  | Se pueden detectar formas larvales en el tracto digestivo de los bivalvos. Impacto limitado en el huésped.   | Histología               |
| TREMATODOS | <i>Bucephalus spp, otros</i>   | <i>Pecten alba Pecten fumatus Chlamys asperima</i>   | Puede producir daño en el tejido reproductor   | Histología               |
| NEMATODOS  | Formas larvales en bivalvos    | <i>Argopecten irradians, A. gibbus, Amusium balloti, Argopecten aequisulcatus, Anachlamys leopardos y Chlamys asperismus</i> | Se cree que normalmente provoca un impacto limitado en el huésped  | Histología               |
| POLIQUETOS | <i>Polydora spp.</i>           | Amplia diseminación en distintas especies  | Crea túneles en la concha del huésped. Generalmente, provoca bajo impacto en el huésped; sin embargo, puede debilitar la concha. Asociado a mortalidades de semillas de cultivo de <i>P. maximus</i> | Simple vista microscopía |
|            | <i>Ceratonereis tridentate</i> | <i>Argopecten gibbus</i>   | Provoca ampollas en las conchas  | Simple vista Microscopía |

|            |                              |  |   |              |
|------------|------------------------------|--|---|--------------|
|            |                              |  |   |              |
| CRUSTÁCEOS | <i>Pectenophilus ornatus</i> | <i>Patinopecten yessoensis</i> <i>Chlamys farreri</i>  | Copépodo adherido y que provoca daños a las branquias                                       | Simple vista |
|            | <i>Pinnotheres spp.</i>      | <i>Argopecten irradians</i><br><i>Argopecten gibbus</i><br><i>Placopecten magellanicus</i><br><i>Chlamys nipponensis</i> | Pea crabs que viven como comensales en la cavidad del manto y que pueden afectar al huésped | Simple vista |
| MOLUSCOS   | <i>Odostomia sp.</i>         | <i>Argopecten irradians</i>  | Afecta el manto durante la alimentación   | Simple vista |